Preserving the ozone layer: a step beyond

A report on options for meeting
Canada's objectives
to completely eliminate
emissions of controlled
ozone-depleting substances
within the next ten years

April 1989

Environment Canada Environnement Canada

Canada

PRESERVING THE OZONE LAYER

A Step Beyond the Montreal Protocol

A Report on Options for Meeting
Canada's Objective to Completely Eliminate
Emissions of Controlled Ozone-Depleting Substances
within the Next Ten Years

April 1989

89-05532/

©Minister of Supply and Services Canada 1989
Cat. No. En40-374/1989E
ISBN 0-662-16926-3
BEAUREGARD PRINTERS

FOREWORD

This control options report is based on, but not limited to, the findings of a report prepared by Stevenson, Kellogg, Ernst and Whinney for Environment Canada. The report, entitled "CFC -Halons Controls Options: Phase II", examined the feasibility of implementing additional control measures to accelerate the elimination of emissions of chlorofluorocarbons (CFCs) and Halons in Canada . We would like to acknowledge with thanks the work of L. Rucker and D. Smith.

As part of the regulation development process, comments from all parties interested in the control of CFCs and Halons are invited. To facilitate discussion, and to help industry plan for anticipated changes, this report sets out the most promising control options. Comments received will be taken into account in selecting the best options.

Canada has set, as a national objective, the complete elimination of CFCs controlled under the Montreal Protocol within ten years. This report is an important step towards that objective.

Please submit your comments in writing before May 30, 1989 to:

Chief, Chemicals Control Division
Commercial Chemicals Branch
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

TABLE OF CONTENTS

FOREWORD			iii
INTRODUCTION			1
Chapter 1	RIGID FOAMS		4
	1.1	Rigid Polyurethane Foam	4
	1.1.1	Control Options	4
	1.1.2	Assessment of Control Options	5
	1.2	Extruded Polystyrene Foam	5
	1.2.1	Control Options; Boardstock	5
	1.2.2	Control Options; Polystyrene Foam Sheet	6
	1.2.3	Assessment of Control Options	6
	1.3	Phenolic Foam	6
	1.3.1	Control Options	7
	1.3.2	Assessment of Control Options	7
Chapter 2	FLEXIBLE FOAM		8
	2.1	Slabstock	8
	2.1.1	Emission Controls	8
	2.1.2	Alternative Blowing Agents	8
	2.1.3	Chemical Modification Technologies	9
	2.1.4	Minimum Foam Density Standards	10
	2.1.5	High Resiliency Polyols	10
	2.1.6	Assessment of Control Options	10
	2.2	Molded Polyurethane	10
	2.2.1	Control Options	10
	2.2.2	Assessment of Control Options	
Chapter 3	REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING		11
	3.1	Commercial Refrigeration and Air Conditioning	12
	3.1.1	Control Options	12
	3.1.2	Assessment of Control Options	12
	3.2	Residential Refrigeration and Air Conditioning	13
	3.2.1	Control Options	13
	3.2.2	Assessment of Control Options	14
	3.3	Mobile Air Conditioners	14

Chapter 4	SOLVENTS		16
	4.1	Control Options	16
	4.1.1	Alternative Chemicals	16
	4.1.2	Alternative Solvents	16
	4.1.3	Alteration to Production Technology	16
	4.1.4	Conservation and Recycling	17
	4.1.5	Better User Information	17
	4.2	Assessment of Control Options	18
Chapter 5	STERILANTS		19
	5.1	Emission Controls	19
	5.2	Assessment of Control Options	19
Chapter 6	BROMOFLUOROCARBONS		20
	6.1	Portable Fire Extinguishers	20
	6.1.1	Control Options	20
	6.1.2	Assessment of Control Options	20
	6.2	Total Flooding Systems	21
	6.2.1	Control Options	21
	6.2.2	Assessment of Control Options	22
Chapter 7	AEROSOLS		24

INTRODUCTION

Global efforts to address stratospheric ozone depletion have been under way since 1981. The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer entered into force on September 22, 1988. As of March 1, 1989, thirty-seven countries, representing the vast majority of the industrialized nations of the world, had ratified this Convention. The Convention provides the framework for cooperative activities, including the exchange of data or information related to the ozone layer. This Convention provides for the subsequent creation of protocols (free standing treaties) for matters such as control of specific pollutants or families of pollutants. The first such Protocol created was the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer.

The Montreal Protocol was signed in Montreal, Canada on September 16, 1987. It is clearly a watershed in cooperative and collaborative international undertakings. It introduces many new features never before established in international law.

The Montreal Protocol had two requirements for entry into force; namely, 11 signatures of ratification by countries and these countries must represent at least two-thirds of global consumption of the controlled substances. The Montreal Protocol entered into force on January 1, 1989 and as of March 1989 had already attained 33 ratifications, again representing most of the industrialized states of the world.

On May 1988, Environment Canada published its first Control Options Report, titled: "Preserving the Ozone Layer: a first step." This report set out a series of options to implement regulations to meet Canada's obligations under the Montreal Protocol.

The Montreal Protocol calls for a 50 per cent cut back in the 1986 levels of consumption of five chlorofluorocarbons (CFC 11, 12, 113, 114, 115) and a freeze at 1986 consumption levels of three brominated fluorocarbons called Halons (Halon 1211, 1301, 2402). At a series of United Nations Environment Programme (UNEP) meetings held in the Hague, Netherlands, in October 1988 the world's leading scientists expressed the consensus viewpoint that the Antarctic hole will remain unless the emissions of controlled CFCs are reduced by at least 85 per cent from 1986 levels. The target reductions contained in the Montreal Protocol are currently undergoing international review. This review is expected to culminate in amendments that will tighten the Montreal Protocol. Canada contributed to both the organization and conduct the UNEP meeting in the Hague and fully supports the notion of reducing consumption further.

On February 20, 1989 the Federal Government of Canada announced that it had set as its objective the complete elimination of controlled CFCs within the next ten years. It also called on the rest of the world to set as its common target a reduction of no less than 85 per cent by no later than 1999. The Minister of the Environment further announced that the following actions would be taken to achieve the Canadian objective.

1) Implement the Protocol

As a first step, regulations will be enacted under the Canadian Environmental Protection Act to implement the current control requirements set out in the Protocol. These are a freeze in consumption at 1986 levels (CFCs on July 1, 1989 and Halons on January 1, 1992) and a two-step reduction in annual consumption of CFCs to 50 per cent of 1986 levels by 1999.

2) Regulate a Reduction in Chlorofluorocarbon Consumption of at Least 85 Per Cent

Draft regulations recently released call for at least an 85 per cent reduction of the controlled CFCs by no later than 1999. Consultation on what is achievable is expected to increase the percentage reduction and tighten the time frame.

3) Prohibit Specific CFC Uses

As a third step, draft regulations have been released for discussion purposes that would prohibit the use of ozone depleting substances for non-essential uses or where substitutes are available. For example, the import, manufacture and sale of aerosol products containing controlled CFCs (with the exception of certain medical and industrial applications for which alternatives are not yet available or for which fire safety is a particular concern); food packaging foam including food and beverage containers containing or manufactured with controlled CFCs; portable hand held fire extinguishers for home use containing Halons; and small pressurized canisters that contain CFCs, including refrigerants, air horns, and party streamers, will be prohibited by January 1, 1990. As safe alternatives become available, a similar prohibition will apply to the following aerosol products: release agents for molds used in the production of plastic and elastomeric materials; cleaners and solvents for commercial use on electrical or electronic equipment; and products used in mining applications where fire hazard is critical.

4) Further Control Measures

As a fourth step, this comprehensive control options report has been prepared to focus discussion on the earliest possible prohibition dates for remaining CFC uses. Some examples of prohibition dates proposed in this report are as follows:

RIGID FOAMS	a)	Insulating foams	
		- polyurethane	1992-1994
		- polystyrene	1990-1991
		- phenolic	1991-1992
	b)	Packaging	
		- food	1990
		- other	1990-1991

FLEXIBLE FOAMS	Car seats Furniture Cushions, etc.	1990-1992
REFRIGERATION	a) New Refrigeration and Air Conditioning equipments	1994-1999
	b) Existing equipment maintenance	as replacements are available
SOLVENTS	electronic	1991-1994
	metal cleaning	1990-1991
	dry cleaning	1991-1992
OTHERS	hospital sterilants optical coatings	1990-1994

As these remaining uses are prohibited, the total allowable quantities of controlled CFCs produced and consumed in Canada will be lowered.

This Control Options Report, "Preserving the Ozone Layer: A Step beyond the Montreal Protocol", describes the most promising options to control ozone depleting substances for each process group and product group including rigid and flexible foams, refrigeration and air conditioning, solvents, sterilants, aerosols, and fire suppression systems in which controlled CFCs and Halons are used. The control options comprise three main categories:

- emission controls
- chemical and process substitutes
- product substitutes.

CHAPTER 1: RIGID FOAMS

Rigid polyurethane, polystyrene and phenolic foams are used in a wide variety of applications in Canada. Their use has expanded rapidly in the past 25 years due largely to the favourable economics of insulating with a low density foam.

Estimates for 1987 are that 6.9 kilotonnes of CFC-11, CFC-12 and CFC-113 were consumed to produce rigid foams. Insulation applications dominate these totals although CFC-12 was used to produce polystyrene foam sheet for food service applications until the end of 1988. This chapter outlines the potential control options for each of these market segments. It also provides an assessment of the likely responses in the rigid foam sector to the first phase restrictions of the Montreal Protocol.

1.1 Rigid Polyurethane Foam

Polyurethane foams were first used commercially in aircraft applications because of their high ratio of strength to weight. The growth of this product in Canada began to accelerate after 1960. Total annual Canadian consumption of polyurethane foam will grow to an estimated 33 000 tonnes in 1990.

1.1.1 Control Options. The potential for emission controls in the production of polyurethane foam is limited. The major limitation is that very little CFC is emitted during production. The insulating properties of the foam are based on trapping as much CFC-11 as possible in the product. Carbon adsorption types of add-on controls are technologically possible, but they would recover only small quantities of CFC at a very high cost.

Controls on emissions of CFCs during poured and sprayed applications of polyurethane foam are not technically feasible because of the wide range of very low volume applications, many of them on-site.

In rigid polyurethane foam, some "soft" CFCs namely HCFC-123 and HCFC-141b are the most likely chemical substitutes for the use of CFC-11. The CFC-12 that is used primarily for frothing may be replaced by HCFC-22 or HFC-134a.*

---

* HCFCs and HFCs are chlorofluorocarbons which contain hydrogen, making them less persistent in the environment. These chemicals are called "soft" chemicals because their ozone depleting potential (ODP) varies from 0 (for HFCs) to 0.05 (HCFC-22), compared to an ODP of 1.0 for the "hard" CFCs such as CFC-11 or 12. The ozone depleting potential is the capacity of any chemical to destroy stratospheric ozone. These soft chemicals also have a global warming potential, but their contribution to the greenhouse effect is in the order of 90 per cent less than the controlled CFCs. Although these large reductions in ozone depletion and global warming represent a quantum leap forward in environmental protection, the soft chemicals are only an interim solution until environmentally safe alternatives are available.

A joint testing program is currently in progress to assess how HCFC-123 and HCFC-141b can be introduced as substitute blowing agents. This program is a joint effort of the Society of the Plastics Industry of Canada and the National Research Council.

The current chemical producers' target is to have HCFC-123 and HCFC-141b available in commercial quantities by 1992.

A variety of insulation products compete in the marketplace with R-value per dollar as the primary factor influencing sales. Fibreglass is the principal alternative to CFC- blown rigid foams but in many applications building design changes would be required. In many poured and sprayed applications suitable alternative materials are not available.

1.1.2 Assessment of Control Options. The rigid polyurethane foam sector offers a great challenge as there are currently no substitute chemicals available commercially. The options facing producers of rigid polyurethane foam are limited. Emissions controls are considered to be prohibitively expensive and alternative insulation materials do not exist for all applications.

The most attractive option is for industry to convert to HCFC-123 and HCFC-141b. However, this approach requires the industry segment to continue to use substantial quantities of CFC-11 until at least 1992. The high social value of these insulation applications makes this an attractive approach. The so called "soft" CFCs must, however, be viewed as bridging chemicals since they also deplete the ozone layer.

1.2 Extruded Polystyrene Foam

Extruded polystyrene foam is produced in Canada as boardstock for a variety of insulating applications and as foam sheet used primarily in the food service industry. Both products are made from a polystyrene resin which is melted and injected with a blowing agent prior to extrusion. As this mixture leaves the extruder, the CFC-12 volatilizes to create the foamed plastic.

1.2.1 Control Options: Boardstock. The potential for emission controls for rigid polystyrene boardstock is limited. The CFC-12 that is trapped in the closed cell structure contributes significantly to the low thermal conductivity of the product. As a result, the production process is designed to capture the maximum amount of CFC in the finished board.

In the present market, the major competitors of polystyrene boards are other CFC-blown products. This competitive situation reflects the advantages that these products have over other product substitutes. However substitutes, particularly fibreglass, are available for many applications.

The production of polystyrene boards using alternative blowing agents is more advanced than in the case of other rigid foams. The major Canadian producer of polystyrene boards has already announced that it will replace CFC-12 as a blowing agent with a soft CFC substitute by the end of the third quarter of 1989. Again, soft CFCs can only be viewed as bridging chemicals.

1.2.2 Control Options: Polystyrene Foam Sheet. Emission controls that may exist are not considered practical for the foam sheet sector because of the dominance of chemical substitute options.

Many alternative packaging materials are currently used in the food services industry. Aesthetic and functional factors make foam products highly competitive in some market segments but their use is not considered essential.

Canadian producers agreed on a voluntary basis to eliminate the use of CFCs in food packaging in Canada by the end of 1988. The substitute blowing agent is HCFC-22 with an ODP of 0.05. As a result, 95 per cent of ODP weighted emissions will be eliminated. One long-term solution for the industry is likely to be a switch to the use of HCF-134a, which has an ODP of 0 and a very low global warming potential.

1.2.3 Assessment of Control Options. For both polystyrene boardstock and polystyrene foam sheet, emission controls are an uneconomic control option. An exception could exist in the production of boards through vacuum extrusion but, in general, emission controls remain a less promising option.

The extruded polystyrene foam sheet sector is voluntarily making very significant progress on CFC reduction by switching to HCFC-22. It is still advisable to ban such products if they are blown with CFCs. This would prevent a new entrant to this market using the old CFC-12 technology. The importation of such products should also be banned.

1.3 Phenolic Foam

Phenolic foam is used primarily as a closed cell insulating product. The process is similar to the production of other rigid foams. The phenolic resin, a catalyst and the CFC blowing agent are metered onto a laminated facing on a moving conveyor. The vaporization of the CFC causes the foam to expand. In the case of open cell foam, all of the blowing agent is emitted during and shortly after production whereas as much as 95 percent of the CFC-11 used remains trapped in closed cell foam.

Closed cell phenolic boards are a relatively new and highly competitive product. Two new Canadian phenolic board plants have recently been built. If the two new plants produce to capacity, consumption of CFC in this sector could increase significantly. It is unlikely, however, that rapid expansion could

occur in less than three years and much of this growth would be at the expense of polyurethane insulation, reducing CFC use in that sector.

1.3.1 Control Options. There is little prospect (based on technical feasibility) for implementing a program to control emissions from the production of phenolic insulation boards. The production trend being in the direction of the closed cell product with its higher R-value, it has been estimated that open cell foam will be completely phased out in less than three years, making this option irrelevant. For closed cell foam, as much as 95 per cent of the CFC-11 is retained in the board, making emission controls uneconomic and impractical.

For open cell foam, fibreglass is an effective substitute. In the case of closed cell foam, other CFC-blown rigid foams are the current competitors. For many of these applications, the use of fibreglass is feasible. However, the cost of using fibreglass could be substantial in the form of both increased energy costs and building design changes.

The two alternatives gases that are being tested for use in producing phenolic boards are HCFC-123 and HCFC-141b, both of which are expected to be available in commercial quantities by 1992. HCFC-123 has been used in pilot tests and appears to have advantages over HCFC-141b, which is flammable. In processes where CFC-114 is used, a mixture with as much as 50 per cent HCFC-142b may be used as an interim blowing agent.

1.3.2 Assessment of Control Options. Emission controls do not appear to be a viable control option given the growth of closed cell foam production. Product substitutes can be effective for open cell products, but the best substitutes for closed cell foams are other CFC-blown foams. The mid-term control option for this industry is to switch to HCFC-123 or HCFC-141b as a blowing agent, likely in 1992 or before, with the view that these substances are bridging chemicals for the period when environmentally safe substitutes are being developed.

CHAPTER 2: FLEXIBLE FOAM

The polyurethane flexible foam category includes both slabstock and molded products. In the sections that follow, control options for these two categories are considered separately.

Flexible foams are produced using CFC-11 as an auxiliary blowing agent in some applications. Many foams are blown without using an auxiliary blowing agent and one obvious control option is to increase the proportion of these foams. Total annual usage of CFC-11 in this application was 1.7 kilotonnes in 1987 or just over 8 per cent of total estimated usage of all controlled CFCs in Canada.

2.1 Slabstock

2.1.1 Emission Controls. Two emission control options are available to slabstock producers: carbon adsorption in a retrofit of existing plants, and installation of vertical foam chamber systems in new plants.

A carbon adsorption system is technically feasible with sacrificial filters for producers of slabstock polyurethane foam. The costs of such systems are high.

The major drawback of the vertical foam chamber technology is that much smaller output volumes are produced because these production lines work at approximately one-tenth the speed of horizontal conveyor lines. Existing plants cannot be converted to vertical foam production through a retrofit. Adoption of this technology would require the construction of a series of new small capacity plants. Collection efficiency from vertical foam chambers may not be much higher than that reported for horizontal lines and conversion costs would be high.

2.1.2 Alternative Blowing Agents. The control option with the greatest potential for flexible foam slabstock is the development of alternative auxiliary blowing agents. Short-term responses are focussing on production process changes that reduce the need for any auxiliary blowing agent, as discussed in section 2.1.3 below. CFC-11 is used only as an auxiliary blowing agent; the primary blowing agent is carbon dioxide generated in the production process by the reaction of isocyanate and water. Industry sources indicate that approximately 65 per cent of all slabstock polyurethane foam is blown without an auxiliary blowing agent. CFC-11 is used is for the remaining 35 per cent.

The slabstock foam products that require an auxiliary blowing agent are in two categories: high density soft foam accounting for approximately 10 per cent of total production, and low density foam accounting for approximately 25 per cent of production.

Methylene chloride is one alternative blowing agent. However, occupational health concerns are leading to a reduction in use. This chemical is a possible human carcinogen and does not represent an attractive alternative to CFC.

In a recently reintroduced production process, formic acid is being used in addition to water as the source of the primary blowing agent. Two major drawbacks affect this technically feasible but not yet commercialized process. Formic acid is highly corrosive and the chemical reaction produces carbon monoxide which has toxic properties.

The reaction of water and isocyanate produces carbon dioxide, the primary blowing agent for all slabstock. Industry sources indicate that production processes have already been altered to use more water. The result is that more carbon dioxide is generated, reducing the need for an auxiliary blowing agent. The ceiling limit on this substitution is determined by the risk of fire.

Although there is no technical impediment to total elimination of controlled CFCs, except for equipment replacement problems, the control option favoured by the flexible foam industry is to eliminate the use of CFC-11 as an auxiliary blowing agent and replace it with bridging chemicals HCFC-123 and/or HCFC-141b.

Commercial production of these substitutes is expected in 1992. However, there is some concern that workplace health and safety restrictions could be more severe for HCFC-123 than for CFC-11.

2.1.3 Chemical Modification Technologies. Flexible foam producers and manufacturers of their raw materials are also pursuing changes in the chemicals used to allow production of low density foam and softer high density foams without an auxiliary blowing agent. If these development efforts are completely successful, approximately 50 per cent of flexible foams now produced using an auxiliary blowing agent could be blown without CFC-11 and also without the chemical substitutes discussed in the previous section. In the case that both modified chemical technologies and chemical substitutes for CFC-11 are available, producers would presumably choose between them on the basis of their relative costs and suitability for making the foam grades for which they are required.

The major research thrust in chemical modification technologies is aimed at the 25 per cent of the market in which CFC-11 is now used to produce low density foams. In producing this product, CFC-11 is now used because the interaction of water and isocyanate alone generates more heat than currently available polymers can withstand. The modified polyols that are being developed will tolerate more heat and, as a result, more water can be used. If the polyols are modified sufficiently, a significant proportion of the lowest density foams could be blown with the carbon dioxide generated by the water-isocyanate reaction.

A separate research program is being carried out by chemical suppliers for the 10 per cent market segment occupied by soft high density foam. This research focuses on modified polyols referred to as heteropolyols.

The schedule for the availability of these two types of modified polyols is not clear at this time. Industry sources suggest that both may be available prior to 1993.

2.1.4 Minimum Foam Density Standards. CFC-11 is required for 25 per cent of slabstock production that consists of low density foams. The main end uses of these foams are in furniture and mattresses. A possible control option is to legislate minimum foam density standards. Such a regulation could reduce the amount of CFC-11 used in the production of flexible polyurethane foam.

From the point of view of domestic foam producers, the difficulty with a minimum density standard is that they would lose much of their market share to producers of substitute materials. These substitute materials consist primarily of natural and synthetic fibrefill.

2.1.5 High Resiliency Polyols. One product in this area has been introduced. The new product is a high resiliency, high density foam that is produced without using CFC-11 as an auxiliary blowing agent. It may be as expensive as standard foam grades and, as a result, at least in the short term, will not replace very much of the foam that now requires an auxiliary blowing agent. In particular, it is not a substitute for the low density foams now requiring the most auxiliary blowing agent.

2.1.6 Assessment of Control Options. For slabstock, the easiest control option is the implementation of an increased use of water as a blowing agent followed by a conversion to modified polyols and replacement of CFC-11 with HCFC-123 or HCFC- 141b. Emission controls can be implemented but present a problem because of their high cost. Alternative blowing agents such as methylene chloride and formic acid are feasible but present workplace health and safety concerns. Producers are unlikely to implement minimum foam density standards on their own, although problems in acquiring CFC-11 could lead them to produce less of this product.

2.2 Molded Polyurethane

2.2.1 Control Options. The cost of emission controls for molded products would be extremely high. Less expensive process changes can achieve much larger reductions in the use of CFC.

The most likely control option for molded foam is to switch from CFC-11 as an auxiliary blowing agent to a completely water-blown system. The technology to carry out this option is available and conversion costs are moderate.

As in the case of slabstock, the formic acid AB process is technically feasible but not commercially proven in the case of molded foam products. Its introduction in the case of molded products is unlikely.

The complete list of slabstock control options also applies in the case of molded products. This includes minimum foam density requirements and the use of substitute products. However, the process options described above would supplant any other alternatives.

2.2.2 Assessment of Control Options. For molded products, the picture is similar to slabstock, except that a market-driven shift to firmer automobile seating will cause the movement to blowing exclusively with water to dominate the other available options. As a result of these changes, this industry will use less auxiliary blowing agent on a long-term basis, even after HCFC-123 or HCFC-141b is commercially available.

In summary, for flexible foams no apparent technical impediment exists to replacing the use of CFCs with water. The major problems are associated with equipment and process replacements.

CHAPTER 3: REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING

The three major use sectors in refrigeration and air conditioning are: commercial refrigeration and air conditioning, residential refrigeration and air conditioning, and mobile air conditioning.

Together these sectors accounted for 7.5 kilotonnes or 36 per cent of total CFC usage in Canada in 1987. Two-thirds of that amount is loaded into the equipment by service personnel either as initial charges (large installations) or to replenish CFC leaked or vented to the atmosphere.

3.1 Commercial Refrigeration and Air Conditioning

The primary CFCs used in commercial refrigeration and air conditioning are:

- CFC-11 (ODP = 1.0);
- CFC-12 (ODP = 1.0); and
- CFC-115 (ODP = 0.6) -- as part of an azeotropic blend R-502 (R-502 is a 51/49 mixture of CFC-115 and HCFC-22).

3.1.1 Control Options. A number of options are available to reduce CFC consumption in this sector of the refrigeration industry. They include: use of alternative refrigerants in new units; recycling programs for existing units and service applications; alternative leak test gases; isolation valves; and high-pressure centrifugal chillers using HCFC-22.

3.1.2 Assessment of Control Options. The refrigeration industry is working closely with chemicals suppliers in the development and testing of two prime alternative refrigerants:

- HCFC-123 (ODP = 0.02) to replace CFC-11; and
- HFC-134a (ODP = 0.00) to replace CFC-12.

Once these alternative refrigerants have passed all required tests, it is expected that industry will switch over to these new products within a short period of time. In the meantime industry, whenever technically and economically possible, is switching new units to HCFC-22 (ODP = 0.05) and R-502 (ODP = 0.33). It appears desirable in the short- term to encourage the use of HCFC-22 for the following applications:

- less than 1000 tons* refrigeration capacity; and
- -10°C and up at the evaporator inlet.

Similarly, for higher capacities and temperatures down to -40°C, R-502 units could be encouraged.

---

* A "ton" is a unit of refrigeration used by North American industry. It corresponds to a heat removal rate of 12,000 Btu/hr (3520 W).

Recycling programs are feasible but require a number of conditions to make them effective, such as:

- refrigeration units that are designed to allow safe and controlled removal of CFC;
- trained and motivated maintenance personnel;
- a network of qualified recyclers; and
- recognized product quality standards for recycled CFCs.

At present, these conditions are either under study or in the process of being satisfied.

Based on industry practices today, prohibition of the use of CFCs for leak testing is quite feasible. The refrigeration industry is currently installing leak testing facilities which use helium as a leak test gas. Because of the special chambers required for helium testing, the trend is to install helium-based testing facilities for smaller size units and then move on to larger units. Until helium testing of large units is implemented, HCFC-22 is replacing CFC-12 for leak testing. A viable controls approach could be to set target dates for complete testing of units of increasing size using helium.

For testing of field installations, contract personnel now use either HCFC-22 or nitrogen. Again a CFC ban for that application is practical.

Isolation valves can easily be incorporated into new designs. However, standardization with U.S. product design is imperative because of the integrated North American market.

High-pressure centrifugal chillers using HCFC-22 as a refrigerant are commercially available up to a capacity of 1000 tons of refrigeration. Their use could therefore be recommended. The energy penalty would be a 5 to 7 per cent increase in power consumption and possibly more costly control systems.

The potential for CFC recovery during decommissioning of commercial/industrial units containing CFC remains to be addressed (recovery/recycle/destruction techniques) principally at the provincial level.

3.2 Residential Refrigeration and Air Conditioning

The key issue in the residential sector is the use of CFC-12 in home refrigerators and freezers. Residential air conditioners and heat pumps use a soft CFC (HCFC-22).

3.2.1 Control Options. The control options described for commercial refrigeration and air conditioning are also applicable to the residential use category. In addition, the use of ammonia could also be encouraged. The longer term solutions may require fundamental redesign, for example, the use

of vacuum panels to replace or in conjunction with the currently used insulation panels blown with CFC substitute chemicals.

3.2.2 Assessment of Control Options. The long-term solution is replacement of CFC-12 with HFC-134a in new units once this product is commercially available. In the meantime, refrigeration manufacturers are reluctant to switch to either HCFC-22 or R- 502 for new units for both technical and economic reasons. Given the high degree of required standardization between Canadian and U.S. appliances, a combined North American approach is desirable.

The issues vis-a-vis the recycling of CFC removed from appliances are the same as in the industrial/commercial field. They are made more difficult in the case of domestic appliances because of the small amounts of CFC (0.2 - 0.5 kg) involved and the need to make a service call as short as possible.

As with industrial/commercial units, helium-based (or other inert gas) leak testing at the factory could be made mandatory. Isolation valves are quite feasible in new designs.

The disposal of discarded appliances containing CFC needs to be addressed. Quantities of CFCs still left in discarded appliances have not been estimated.

The disposal and recycling issue would be best addressed at the provincial or municipal levels.

3.3 Mobile Air Conditioners

CFC-12 is used in mobile air conditioners. Car manufacturers feel that the introduction of HFC-134a is close enough (three years) that it is not practical to experiment with HCFC-22 or R-502. Given the high degree of integration of the Canadian and United States vehicle manufacturing industries, a North American solution is desirable.

CFC from mobile air conditioners can be lost at three stages in the life of an air-conditioned motor vehicle, i.e., at the manufacturing, servicing, and wrecking stages.

The amount of CFC lost during manufacturing is quite small and may not warrant the investment in systems to recapture this CFC.

Some portion of CFC in mobile air conditioners is lost during regular operation through leaks or accidents. Another portion is vented to the atmosphere in the course of repairs. Given that standards for recycled CFC for warranty work have been accepted by the Motor Vehicle Manufacturers Association, the collection of CFC from mobile air conditioners could be required prior to service. Implementation and enforcement would, however, be a major task.

A sizable amount of CFC could also be recovered from used cars slated for wrecking. This would probably easier to implement at the trade-in dealer level than at the wrecker level.

CHAPTER 4: SOLVENTS

Chlorofluorocarbon solvents were developed during the 1950s to clean manufactured parts, particularly in the aerospace and electronics industries. These solvents are presently used in the cleaning of most electronic and computer-related equipment, as well as in cleaning various medical and pharmaceutical products. The chemical used is CFC- 113 and its advantages relate to its high degree of purity and its compatibility with the materials being cleaned, especially plastics and polyvinyls.

4.1 Control Options

4.1.1 Alternative Chemicals. At the present time, the prospects for a CFC-substitute like those being developed for refrigeration and foam blowing are limited. At one time, HCFC-132b was regarded as the leading candidate to replace CFC-113 but its high toxicity made it an unsuitable candidate for further research.

4.1.2 Alternative Solvents. CFC-113 grew to occupy a large share of the overall solvent market beginning in the 1950s. It did so by displacing other solvents including alcohol, acetone and water. CFC-113 offered advantages not only in terms of solvent properties but also in terms of replacing chemicals with known flammability and health and safety risks. One control option to reduce the use of CFC-113 is to revert to some of these earlier used alternative solvents.

Another alternative solvent is based on terpenes. These chemicals are isomeric hydrocarbons found in oils derived from coniferous or citrus trees. Terpene solvents have been tested successfully as a replacement for CFC-113 but they are highly flammable.

In a number of applications, solvent cleaning using CFC-113 produces components that often are cleaner in a technical sense than is necessary. Water washing, for example, will not remove resin residues but this standard of cleanliness is not always required. Firms producing complex electronics, for example, will have a variety of products with a variety of cleaning requirements that could be met through the use of agents other than CFC-113. The approach of using CFC-113 for all cleaning needs has resulted in some components being cleaned well beyond the necessary standard.

4.1.3 Alteration to Production Technology. In earlier assessments of alternative chemicals and solvents, the implicit assumption was that a constant volume of cleaning solvent was required. However, it is possible to alter production processes to reduce the need for solvent cleaning of any kind. For example, low-solid fluxes have recently been developed that do not require this type of cleaning.

4.1.4 Conservation and Recycling. In the case of solvent cleaning, the attractive physical properties of CFC-113 and its relatively low cost per component cleaned made it an attractive option for many firms. Conservation and recycling efforts were limited. If CFC-113 had been substantially more expensive, economic incentives would have encouraged conservation and recycling programs. In some cases, however, even the recent price increases for CFC-113 attributed to the Montreal Protocol will not provide sufficient incentive because solvent cleaning costs will remain small compared to the value of components cleaned.

In the use of CFC-113 as a solvent, emissions occur in the following four major areas: bath evaporation, solvent carry-out, evaporation of waste solvent, and spray evaporation.

Many of these emissions are avoidable at a relatively low cost. The experience of one larger Canadian user suggests that substantial savings in the use of CFC-113 are possible through "house keeping" procedures done and that there are net cost savings from this kind of program. If these cost savings are available to other users of CFC-113, an information transfer campaign may be an effective control option.

Medium to large users of CFC-113 are either developing their own recycling programs or are sending used solvent out for commercial recycling. In the case of small users, of whom there are hundreds, practices vary widely. For many of these small users, emissions are likely not controlled effectively.

4.1.5 Better User Information. In this sector, a key feature of the control options to be pursued relates to information. Until recently, the cost of using CFC-113 has been so low that many smaller firms have not investigated all potential emission reduction options. These approaches are well known in the large-firm sector where both their technical and economic feasibility have been demonstrated. To promote the transfer of emission control technologies to the smaller users, a cooperative relationship between the large and small users of CFC-113 will be required.

Codes of practice relating to solvent use also could be prepared for use particularly by small users.

Technical and technology transfer seminars could be held for users of CFC-113. Major users and the two Canadian suppliers of CFCs have the technical expertise to participate effectively in seminars and to provide information for smaller users. The emission reduction potential of this kind of control option is substantial.

Besides the electronics industry, which is the single largest user in the solvent sector, CFC-113 is used for metal degreasing and dry cleaning. Although the consumption of CFC-113 by these two sectors represents a very small

amount compared to the electronics sector, alternatives exist and should be encouraged.

With respect to metal degreasing, the only alternative may be to return to acid or alkali washing techniques with their concomitant wastewater problems.

For dry cleaning, the current choices are either to use a perchloroethylene solvent with very tight loss standards or to use the soft HCFC 123 with its small (0.02) ozone layer depletion potential.

4.2 Assessment of Control Options

The solvent sector as a whole is unlikely to be able to make a smooth transition from CFC-113 to a single newly-developed and non-ozone depleting fluorocarbon substitute. The development program for this kind of alternative will not likely provide a substitute in the next five years and may not even do so in the next ten years. Therefore, a mix of solutions should be looked at to bring about an earlier end to the use of controlled CFCs as solvents.

Alternative non-fluorocarbon solvents offer a significant potential for reducing the use of CFC-113. However, many of these solvents, such as trichloroethylene, face occupational health and safety barriers. In fact, many of the current uses of CFC-113 are in areas where other solvents were undesirable for precisely these reasons. Under controlled conditions, however, these alternative solvents can replace some uses of CFC-113. The newly developed terpenes may also be effective. Terpenes do not have major toxicity problems, but they are flammable. The most environmentally safe and worker compatible method of cleaning is to use water as a solvent. It is also important to re-examine performance specifications to determine where cleaning requirements could be reduced without compromising performance.

In this sector, a key feature of the control options to be pursued relates to improved information transfer. Until recently, the cost of using CFC-113 has been so low that many smaller firms have not investigated all potential emission reduction options, although these approaches are well known in larger firms.

CHAPTER 5: STERILANTS

CFCs are used to propel sterilant gases for a range of sterilization and fumigation applications used by both firms specializing in commercial sterilization and hospitals in Canada. The purpose of this application is to remove bacteria from medical devices, a range of pharmaceuticals and most spices. The sterilization process takes place within an enclosed stainless steel chamber. The material or equipment to be sterilized is placed inside the chamber. Then, the air is removed. Pressurized gas is introduced into the chamber for a pre-determined period of time and then the gas is evacuated. This is followed by a period of airwash for non-flammable sterilant gases. For flammable sterilant gases, carbon dioxide or nitrogen is introduced into the chamber. This may be followed by a period of aeration for further sterilant gas diffusion. Several gases are used for sterilization. Ethylene oxide (EO) is especially effective. It is normally used in combination, for example: "12/88" is a sterilant gas combination using 12 per cent EO and 88 per cent CFC-12; and "10/90" is another popular combination using 10 per cent EO and 90 per cent carbon dioxide.

5.1 **Control Options.** Instead of using the "12/88" mixture of 12 per cent ethylene oxide (EO) and 88 per cent CFC-12, an EO/carbon dioxide mix could be used (10 per cent EO and 90 per cent carbon dioxide). However, this approach requires higher pressures and current equipment and lines would have to be replaced.

Although it may be possible to reclaim the CFC in 12/88 sterilant mixtures by using an acid-water scrubber, this has not been attempted to date. Industry considers this approach economically unattractive.

Another possibility is to replace CFC-12 with HFC-134a, but this substitute is still undergoing toxicity testing.

A nitrogen purge followed by 100 per cent EO treatment could be used, but this approach would require significant additional investment to make the sterilization equipment explosion-proof. To make this approach economically feasible, one laboratory would have to act as a sole source supplier for contract sterilization in Canada. This avenue is unattractive to the medical device and pharmaceutical industries.

On balance the switch to other gases appears to be the most attractive CFC control option if the principle of gas sterilization is retained. An alternative to gas sterilization is a greater use of disposable equipment, but this could lead to increased costs and other disposal problems. Another alternative is the use of gamma radiation but the cost of this option is high.

5.2 **Assessment of Control Options.** A dual approach could be used. In the commercial field, contract sterilizers could be encouraged to install the equipment required to support a total ban on CFCs, that is, to be capable of using 10/90 E0/carbon dioxide gas sterilants. In the hospital field, the time period for a CFC ban could be extended until HCFC-134a becomes available.

CHAPTER 6: BROMOFLUORO-CARBONS (HALONS)

Certain bromofluorocarbons (Halons*) are now widely used in portable fire extinguishers and in total flooding fire protection systems. In general, Halon 1211 with an ozone depletion potential (ODP) of 3 is used in portables and Halon 1301 with an ODP of 10 is used in total flooding systems. The rapid growth in the use of Halons compared to other agents is explained by its desirable properties as a fire-fighting agent.

6.1 Portable Fire Extinguishers

6.1.1 Control Options. Halons are expected to increase significantly in price as restrictions are placed on available supply. This provides a major incentive to manufacturers to reduce emissions because the cost of Halons constitutes a high proportion of the overall cost of goods sold. Additionally, future sales of hardware that contain the extinguishing agent will be limited by the reduced availability of Halons. This perspective on emission controls suggests that emissions from original equipment manufacturers during filling and service will be significantly reduced voluntarily.

Training emissions and emissions during servicing procedures remain areas of potential concern. Leadership by the public sector may be sufficient to foster significant reductions.

Because of the availability of other types of portable extinguishers, banning portable fire extinguishers containing Halons must be considered as one control option, with minimum exceptions for: use on aircraft, computer rooms, telephone switching stations.

The remaining options, given that a complete ban is not feasible at the moment , are: to require permits for specific uses such as those outlined above; ban portable hand-held halon fire extinguishers for household use; and develop with the relevant associations mandatory specifications for Halon extinguishers and their uses. A draft regulation banning portable Halon fire extinguishers for household use was issued in February 1989.

6.1.2 Assessment of Control Options. A permit system is attractive because it puts the onus on the users to prove their need for Halon portables in specific uses. The most likely form of implementation would be to require users to acquire permits prior to purchase and to enforce this policy by checking sales against permits for each producer. However, any permit system is very costly to implement.

---

* The Halon terminology system was devised by the U.S. Army Corps of Engineers to provide a convenient means to reference halogenated hydrocarbon fire extinguishants. Throughout this section of the report the term Halon is synonymous with bromofluorocarbons.

The option of banning the manufacture, import or sale of portables for household use is a viable approach. In a large number of household applications, dry chemical extinguishers are an effective substitute.

The underlying intention of these control options is to limit Halons to the most essential or valuable uses. This will be the effect of any policy that makes Halon extinguishers more expensive. Therefore, any or all of the following may be required:

- a minimum size for Halon portables;
- refillable hand-held Halon extinguishers, effectively raising their cost and weight;
- National Fire Protection Association (NFPA) pierce strength tests for the casing, again effectively increasing the cost and weight;
- regulations on the use of Halons for training and testing;
- prohibitions on the use of Halons where alternative fire protection technology exists.

The precise impact of these restrictions depends on how they affect price and on the elasticity of demand for Halon portables.

6.2 Total Flooding Systems

Halon 1301 is used in total flooding systems designed to protect computer rooms, tape libraries, telephone exchanges, and valuable historic artifacts applications where valuable property must be protected and other agents are unacceptable. Most Halon 1301 that is produced is "banked" in fire protection systems. At the present, alternative agents with comparable properties do not exist and the timetable for substitutes with substantially the same properties extends much farther into the future than is the case with CFCs. For this reason, control options must focus on limiting Halon 1301 systems to areas where different fire extinguishing methods are inappropriate and on reducing non-fire emissions as much as possible.

6.2.1 Control Options

(a) In Cabinet Systems. Halon 1301 systems are used to protect electronic equipment because the agent is not destructive to the protected equipment and it is not toxic at the concentrations required to extinguish fires. Typical Halon 1301 systems protect the rooms that house computer equipment. These systems generally require one kilogram of Halon to protect every three cubic metres of enclosed space. To the extent that computer equipment can be segregated and housed in smaller compartmentalized spaces, smaller fire protection systems using less Halon can be installed. These are referred to as "in cabinet" systems and are being developed by systems manufacturers. Surrounding premises would be protected by non-Halon systems.

(b) Discharge Testing. The largest Halon emission reductions are possible through reduced system discharge testing. The National Fire Protection Association has proposed methods for verifying system and enclosure integrity other than discharge testing with ozone depleting chemicals. Given the importance of NFPA codes in the fire protection community, this will have a major positive impact on emissions reductions. The two major options for reducing discharge testing are: to use an environmentally acceptable test gas and an alternative test procedure – the room integrity test.

(c) System Leak Detection Devices. Emissions due to leaks in currently installed systems are estimated to be very small. Manufacturers report rejecting systems for very low leak rates. Particularly with the projected price increases for Halons, a requirement for installation of leak control/detection apparatus appears to have a very limited potential for reducing Halon emissions.

(d) Use of Halon 1211 Systems or Blends with Halon 1301. The major differences between Halon 1211 and Halon 1301 relate to their ODP levels and their toxicities. Although Halon 1211 has a lower ODP, it is toxic at the concentration required to put out fires. As a result, it can only be used in areas that are not normally occupied. This is an area that fire protection firms are pursuing actively now. The lower ODP of Halon 1211 systems allows them to sell roughly three times more of such systems compared to Halon 1301 systems under the quantity restriction of the Montreal Protocol. The rationale for blends is the same as for the use of Halon 1211 systems.

(e) Reduce Service Losses, Disposal and Original Equipment Manufacturer Discharges. The price of Halons is sufficiently high that much recycling occurs when systems are serviced or replaced. As prices rise, manufacturers of systems will have an increasing incentive to reduce their own testing, shipping and filling discharges. To a certain extent, recycling capacities depend on initial investments in, for example, contained refrigerated systems in which testing is performed. As purchasers of Halon systems, governments could speed the recycling process by indicating that they will purchase only from firms with stipulated recycling technologies.

6.2.2 Assessment of Control Options

(a) Market forces are likely to promote conservation. Regulations under the Canadian Environmental Protection Act can be made in all of the areas discussed in this chapter. However, given the response to date from the

industry associations, many of the control options discussed could be pursued or adopted without direct federal regulation.

Higher prices should lead users to conserve Halon. The extent of this response depends on the demand. In addition, producers of total flooding systems have an even greater incentive to conserve and to encourage their customers to conserve. The business of these firms essentially consists of fabricating and selling the hardware that contains and releases the Halon in fire situations. The hardware they can sell is ultimately restricted by the amount of Halon available to them. The binding nature of this constraint can be reduced to the extent that they are successful in promoting conservation (recycle and reuse).

(b) The Role of the Public Sector. Governments at all levels are major consumers of Halon portables and total flooding systems. As a potential control option, Environment Canada could document the use of Halon in the federal government and work to develop a timetable for reducing emissions of Halons that are within government control. Such a program would directly reduce Halon use and emissions. This would also have important spin-off benefits in the private sector.

An important role can be played by the federal government in controlling emissions from Halon 1301 total flooding systems. Refrigerated enclosures for original equipment manufacturers testing and recycling are expensive. However, if market forces do not compel manufacturers to install them, a requirement for such facilities in order to do business with the federal government probably would. As in the case of portables, once such systems are installed, they would be available to all customers.

(c) Recovery of Banked Halons. The preceding sections focus primarily on reducing non fire-related emissions. To the extent that this is successful, more Halon would be banked in systems and extinguishers. At some point in the future, much of this banked Halon will become obsolete as the result of either new electronic system designs that can tolerate water for fire suppression or of a new chemical substitute. Given the high ODP values of Halons, Environment Canada could pursue the development of an approach to inventory banked Halons with a view to regulating their ultimate disposal. The provinces could play a very useful role with respect to managing the recycle/reuse and destruction of Halons.

CHAPTER 7: AEROSOLS

Aerosol applications cover a wide range of products. The key challenge is to replace CFCs in all uses. However, in the short-term, only a few very small volume uses could be designated essential.

In the toiletry/personal care category, no essential use has been identified. A number of CFC substitutes are available and as more such substitutes become available, a complete CFC ban should present no technical problem. The same applies to household and most industrial products.

Essential uses identified in the industrial field include:

- mold release agents;
- cleaners and solvents for commercial use on specialized electrical or electronic equipment; and
- lubricants used in mining applications.

In the health care and research field, identified essential uses are:

- bronchial dilators;
- veterinary wound sprays; and
- cyto-spray fixative for microscope plates.

Together the essential uses listed above use very little CFC. Again, the long-term challenge will be to find environmentally acceptable substitutes. In the meantime, all other uses could be prohibited by regulation. Environment Canada released a draft regulation prohibiting these uses in February 1989. Consultation is now in progress and a regulatory announcement in the *Canada Gazette*, Part I, is expected within the next few months.

La préservation de la couche d'ozone, un pas au-delà

Rapport sur les options
qui permettront au Canada
d'atteindre ses objectifs
pour l'élimination, au cours
des dix prochaines années,
des émissions de substances qui
s'attaquent à la couche d'ozone

Avril 1989

Environnement Canada
Environment Canada

Canada

LA PRÉSERVATION DE LA COUCHE D'OZONE

Un pas au-delà du Protocole de Montréal

Rapport sur les options qui permettront au Canada d'atteindre ses objectifs pour l'élimination, au cours des dix prochaines années, des émissions de substances qui s'attaquent à la couche d'ozone

Avril 1989

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989
N° de cat. En 40-375/1989
ISBN 0-662-56657-2
BEAUREGARD PRINTERS

AVANT-PROPOS

Le présent rapport sur les mesures de contrôle éventuelles s'inspire des conclusions d'un rapport rédigé par Stevenson, Kellogg, Ernst et Whinney pour le compte d'Environnement Canada. Ce document, intitulé "CFC - Halons Controls Options : Phase II", étudie la possibilité d'imposer de nouvelles mesures de contrôle pour accélérer l'élimination des émissions de chlorofluorocarbures (CFC) et de halons au Canada. Nous tenons à remercier messieurs L. Rucker et D. Smith pour leur contribution.

Dans le cadre du processus de réglementation, nous invitons toutes les parties concernées par le contrôle des CFC et des Halons à nous fournir leurs commentaires. Afin de favoriser les discussions et d'aider les industries à planifier les changements prévus, le présent rapport expose les mesures de contrôle les plus prometteuses. Nous tiendrons compte des commentaires reçus dans le choix des meilleures solutions.

Le Canada s'est fixé un objectif national, soit l'élimination complète en l'espace de dix ans des CFC régis en vertu du *Protocole de Montréal*. Ce rapport représente une étape importante vers la réalisation de cet objectif.

Veuillez faire parvenir vos commentaires écrits avant le 30 mai 1989, à :

Chef de la division du contrôle des produits chimiques
Direction des produits chimiques commerciaux
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS			iii
INTRODUCTION			1
Chapitre 1	LES MOUSSES RIGIDES		5
	1.1	Mousse de polyuréthane rigide	5
	1.1.1	Mesures de contrôle possibles	5
	1.1.2	Évaluation des mesures de contrôle	6
	1.2	Mousse de polystyrène extrudé	6
	1.2.1	Mesures de contrôle possibles pour les panneaux	7
	1.2.2	Mesures de contrôle possibles pour la mousse de polystyrène en feuilles	7
	1.2.3	Évaluation des mesures de contrôle	7
	1.3	Mousse phénolique	8
	1.3.1	Mesures de contrôle possibles	8
	1.3.2	Évaluation des mesures de contrôle	9
Chapitre 2	LES MOUSSES FLEXIBLES		10
	2.1	Blocs	10
	2.1.1	Contrôle des émissions	10
	2.1.2	Autres agents de gonflement	10
	2.1.3	Modifications des produits chimiques et des technologies	11
	2.1.4	Normes de densité minimale pour les mousses	12
	2.1.5	Polyols à forte élasticité	12
	2.1.6	Évaluation des mesures de contrôle	12
	2.2	Mousse de polyuréthane moulée	13
	2.2.1	Mesures de contrôle possibles	13
	2.2.2	Évaluation des mesures de contrôle	13
Chapitre 3	LA RÉFRIGÉRATION ET LA CLIMATISATION		14
	3.1	Secteur commercial	14
	3.1.1	Mesures de contrôle possibles	14
	3.1.2	Évaluation des mesures de contrôle	14
	3.2	Secteur résidentiel	16
	3.2.1	Mesures de contrôle possibles	16
	3.2.2	Évaluation des mesures de contrôle	16
	3.3	Climatiseurs mobiles	16

Chapitre 4	LES SOLVANTS		18
	4.1	Mesures de contrôle possibles	18
	4.1.1	Autres produits chimiques	18
	4.1.2	Autres solvants	18
	4.1.3	Modification des techniques de production	18
	4.1.4	Conservation et recyclage	19
	4.1.5	Mieux informer les utilisateurs	19
	4.2	Évaluation des mesures de contrôle	20
Chapitre 5	LES GAZ STÉRILISANTS		21
	5.1	Mesures de contrôles possibles	21
	5.2	Évaluation des mesures de contrôle	22
Chapitre 6	LES BROMOFLUOROCARBURES		23
	6.1	Extincteurs portatifs	23
	6.1.1	Mesures de contrôle possibles	23
	6.1.2	Évaluation des mesures de contrôle	23
	6.2	Systèmes de saturation	24
	6.2.1	Mesures de contrôle possibles	25
	6.2.2	Évaluation des mesures de contrôle	26
Chapitre 7	LES AÉROSOLS		28

INTRODUCTION

Depuis 1981, le monde entier cherche à mettre fin à l'amincissement de la couche d'ozone atmosphérique. La Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone est entrée en vigueur le 22 septembre 1988. Au 1er mars 1989, trente-sept pays représentant la grande majorité des pays industrialisés avaient déjà ratifié la Convention. Cette Convention fournit un cadre de travail pour les activités menées en collaboration, y compris l'échange de données et d'information relativement à la couche d'ozone. En outre, elle prévoit l'adoption subséquente de protocoles (traités dont les arrangements sont consentis librement) sur des questions telles que le contrôle de polluants ou de familles de polluants spécifiques. Le premier de ces Protocoles est celui de Montréal qui porte sur les substances appauvrissant la couche d'ozone.

Le *Protocole de Montréal* a été adopté à Montréal, Canada, le 16 septembre 1987. Il s'agit vraiment d'une grande première en matière de collaboration internationale, puisqu'il introduit plusieurs dispositions nouvelles qui n'avaient jamais été endossées auparavant en droit international.

Pour que le *Protocole de Montréal* entre en vigueur, il fallait que onze pays représentant au moins les deux tiers de la consommation globale de substances réglementées le ratifient. Le *Protocole de Montréal* est devenu effectif le 1er janvier 1989, et en mars 1989, 33 États, dont la plupart des pays industrialisés, l'avaient déjà ratifié.

En mai 1988, Environnement Canada a publié son premier rapport sur les mesures de contrôle intitulé : *La préservation de la couche d'ozone, une première étape*. Ce rapport exposait une série de mesures potentielles en vue d'une réglementation qui permettrait au Canada de respecter ses engagements en vertu du *Protocole de Montréal*.

Le *Protocole de Montréal* prévoit une réduction de 50 p. 100 de la consommation de cinq chlorofluorocarbures (CFC 11, 12, 113, 114 et 115) ainsi qu'un gel aux taux de 1986 de la consommation de trois fluorocarbures bromés appellés halons (Halon 1211, 1301, 2402). Lors d'une série de rencontres dans le cadre du programme des Nations-Unies pour l'environnement (PNUE) tenues à La Haye aux Pays-Bas en octobre 1988, les plus éminents savants du monde se sont entendus sur le fait que le trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique subsistera, à moins de réduire d'au moins 85 p. 100 par rapport aux niveaux de 1986 les émissions de CFC contrôlés. Les objectifs de réduction prescrites par le *Protocole de Montréal* font actuellement l'objet d'une révision à l'échelle internationale. Cette révision devrait se traduire par des modifications qui rendront plus rigoureux le *Protocole de Montréal*. Le Canada a participé à l'organisation et à la conduite des rencontres PNUE de La Haye et admet qu'il faut réduire davantage la consommation de CFC.

Le 20 février 1989, le gouvernement fédéral du Canada a annoncé qu'il s'était fixé comme objectif l'élimination complète des CFC réglementés d'ici dix ans.

Il lançait également un appel au reste du monde à l'effet d'établir comme objectif commun une réduction d'au moins 85 p. 100 d'ici 1999 au plus tard. De plus, le Ministre de l'environnement a annoncé que les mesures suivantes seraient adoptées en vue de réaliser l'objectif canadien.

1) Mise en oeuvre du Protocole

En premier lieu, le règlement dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* sera promulgué afin d'appliquer les règles de contrôle prévues actuellement par le Protocole. Il s'agit d'abord d'un gel de la consommation aux niveaux de 1986 (CFC le 1er juillet 1989 et halons le 1er janvier 1992), puis d'une réduction en deux temps, d'ici 1999, de la consommation annuelle de CFC jusqu'à 50 p. 100 des taux de 1986.

2) Imposer, par règlement, une réduction d'au moins 85 p. 100 de la consommation de chlorofluorocarbures.

Un projet de règlement prévoyant une réduction d'au moins 85 p. 100 des CFC contrôlés d'ici 1999 au plus tard a été émis récemment. À la suite des consultations sur les objectifs réalisables, on devrait majorer ce pourcentage et raccourcir encore les délais.

3) Interdire les CFC pour des emplois spécifiques

Dans un troisième temps, un projet de règlement qui interdirait l'utilisation à des fins non essentielles de substances détruisant l'ozone ou pour lesquelles il existe des substituts valables a été émis pour fin de discussion. Par exemple, aux termes de ce règlement, on interdirait à partir du 1er janvier 1990 l'importation, la fabrication et la vente des produits aérosol contenant des CFC réglementés (à l'exception de certains produits médicaux et de produits industriels pour lesquels des substituts ne sont pas encore disponibles ou parce que le danger d'incendie est élevé), des mousses pour l'emballage des denrées alimentaires y compris les récipients pour les boissons et les aliments qui contiennent ou sont fabriqués avec des CFC réglementés ; des extincteurs manuels à usage domestique qui contiennent des halons, ainsi que des boîtes pressurisées contenant des CFC, y compris les agents réfrigérants et les articles d'amusement (trompes à air, les serpentins). À mesure que des substituts sans danger deviendront disponibles, la même interdiction s'appliquerait aux produits aérosol suivants: agents antiadhérents pour les moules servant à la production des plastiques et des élastomères ; produits nettoyants et solvants pour l'équipement électrique ou électronique à usage commercial ; produits utilisés dans les mines où les risques d'incendie sont critiques.

4) Mesures de contrôle subséquentes

Comme quatrième mesure, le présent rapport sur l'ensemble des moyens de contrôle possibles se penche sur les dates éventuelles les plus rapprochées pour l'interdiction des autres utilisations de CFC. Voici quelques exemples de dates d'interdiction préconisées :

MOUSSES RIGIDES	a) mousses isolantes	
	- polyuréthane	1992 - 1994
	- polystyrène	1990 - 1991
	- phénolique	1991 - 1992
	b) emballage	
	- produits alimentaires	1990
	- autres usages	1990 - 1991
MOUSSES FLEXIBLES	sièges de voitures coussinages d'ameublement etc.	1990 - 1992
RÉFRIGÉRATION	a) nouveaux appareils de réfrigération et climatisation	1994 - 1999
	b) entretien de l'équipement actuel	dès que des substituts seront disponibles
SOLVANTS	usages électroniques	1991 - 1994
	nettoyage de métaux	1990 - 1991
	nettoyage à sec	1991 - 1992
DIVERS	stérilisants (hôpitaux)	1990 - 1994
	revêtements optiques	

Au fur et à mesure que ces usages seront interdits, on ajustera à la baisse les quantités totales de CFC réglementés que l'on pourra produire et utiliser au Canada.

Le présent rapport *Préservation de la couche d'ozone : un pas au-delà du Protocole de Montréal*, décrit les mesures les plus prometteuses en vue de contrôler les substances qui détruisent l'ozone pour chacune des catégories de procédés et de produits, y compris les mousses rigides et flexibles, les appareils de réfrigération et de climatisation, les solvants, les stérilisants, les aérosols et les appareils de lutte contre l'incendie qui contiennent des CFC et des halons réglementés. Les mesures de contrôle envisagées se divisent en trois catégories principales :

- réduction des émissions
- produits chimiques et procédés de remplacement
- substituts de produits.

CHAPITRE 1 : LES MOUSSES RIGIDES

Les mousses rigides de polyuréthane, de polystyrène et phénoliques servent au Canada à une foule d'usages. Au cours des 25 dernières années, leur emploi s'est rapidement répandu, surtout dans le domaine de l'isolation car les mousses à basse densité ne coûtent pas cher.

D'après les estimations, on a utilisé 6,9 kilotonnes de CFC-11 en 1987 , de CFC-12 et de CFC-113 pour produire des mousses rigides, surtout à des fins d'isolation ; toutefois, jusqu'à la fin de 1988, le CFC-12 servait aussi à produire des plaques de mousse en polystyrène destinées à l'industrie alimentaire. Ce chapitre décrit les mesures de contrôle possibles pour chacun de ces segments du marché. Il évalue également les réactions probables des producteurs de mousse rigide aux restrictions de la première phase prévues par le *Protocole de Montréal*.

1.1 Mousse de polyuréthane rigide

La mousse de polyuréthane a fait son apparition sur une échelle commerciale d'abord en aéronautique, en raison de sa résistance par rapport au poids. Ce produit a commencé à se répandre au Canada après 1960. Selon les estimations, la consommation annuelle totale de mousse de polyuréthane au Canada grimpera à 33 000 tonnes en 1990.

1.1.1 Mesures de contrôle possibles. Comme la production de mousse de polyuréthane dégage très peu de CFC, les possibilités de réduire les émissions sont limitées. Les propriétés isolantes de cette mousse reposent sur l'emprisonnement de la plus grande quantité possible de CFC-11 dans le produit. Il serait techniquement possible d'ajouter des dispositifs d'adsorption sur charbon actif ; ils ne permettraient de récupérer cependant que de faibles quantités de CFC, ce qui ne justifierait pas le coût très élevé des équipements requis.

Il n'y a aucun moyen technique de contrôler les émissions de CFC durant le coulage et la pulvérisation de mousse isolante en polyuréthane, les volumes en cause étant trop petits, et les applications trop diversifiées ; de plus, dans bien des cas, ces opérations sont effectuées sur le chantier.

Certains CFC dits "doux", soit le HCFC-123 et le HCFC-141b, sont les produits chimiques les plus susceptibles de remplacer le CFC-11 dans la mousse de polyuréthane rigide. Le CFC-12, qui sert principalement à faire mousser le produit, pourrait être remplacé par le HCFC-22 ou HFC-134a.*

---

* Les HCFC et les HFC sont des chlorofluorocarbures contenant de l'hydrogène, ce qui les rend moins persistants dans l'environnement. On les appelle donc des produits chimiques "doux" car leur potentiel de destruction de l'ozone (PDO) varie de 0 (pour les HFC) à 0,05 (HFCF-22), comparativement à un PDO de 1,0 pour les CFC "durs" tel le CFC-11 ou 12. Le potentiel de destruction d'ozone est la capacité de tout produit chimique de détruire l'ozone stratosphérique. Ces produits chimiques doux ont également un pouvoir de réchauffement global; toutefois, leur contribution

Un programme de recherche en cours, appuyé conjointement par le Conseil national de recherche Canada et la Société des industries du plastique du Canada, vise à déterminer de quelle façon on pourrait utiliser le HCFC-123 et le HCFC-141b comme substitut aux agents de gonflement (ou gonflants).

L'industrie chimique a pour objectif de produire du HCFC-123 et du HCFC-141b en quantités commerciales d'ici 1992.

Plusieurs produits isolants se font concurrence sur le marché, le facteur R par dollar étant le principal argument de vente. La fibre de verre est le matériau le plus apte à remplacer les mousses rigides gonflées au CFC, mais en de nombreuses circonstances, il faudrait modifier la conception des bâtiments. Il n'existe pas de substituts acceptables pour les produits appliqués par coulage ou pulvérisation.

1.1.2 Évaluation des mesures de contrôle. Le secteur de la mousse en polyuréthane rigide pose un défi de taille puisqu'il n'existe dans le commerce aucun produit chimique de remplacement. Les producteurs de mousse de polyuréthane rigide se trouvent devant un éventail de possibilités très restreint. La réduction des émissions entraînerait des coûts jugés exorbitants et on ne dispose pas de matériaux isolants de rechange pour toutes les applications.

La solution la plus intéressante pour l'industrie consiste à recourir plutôt au HCFC-123 et au HCFC-141b. Comme ces substituts ne seront pas commercialisés à grande échelle avant 1992, les producteurs de mousse de polyuréthane devront jusque là continuer à utiliser des quantités considérables de CFC-11 pour la production de mousse de polyuréthane rigide. Cette solution est toutefois parfaitement acceptable vu la grande valeur de ces produits comme isolants. Les CFC doux doivent cependant être perçus comme des produits chimiques à vocation temporaire, en attendant de trouver mieux, vu qu'ils contribuent eux aussi à l'amincissement de la couche d'ozone.

1.2 Mousse de polystyrène extrudé

Au Canada, on produit des panneaux de mousse en polystyrène extrudé qui se prêtent à diverses formes d'isolation ainsi que des feuilles de mousse destinées à l'industrie alimentaire. Ces deux types de produits sont faits à partir d'une résine de polystyrène qui est fondue, puis injectée avec un agent de gonflement avant l'extrusion. À mesure que la pâte sort de la presse, le CFC-12 se volatilise, formant ainsi la mousse de plastique.

à l'effet de serre est près de 90 p. 100 inférieure à celle des CFC réglementés. Par rapport à la déperdition d'ozone et au réchauffement global de la Terre, les produits chimiques doux représentent un pas de géant vers la protection de l'environnement; ils ne constituent cependant qu'une solution temporaire, en attendant que l'on dispose de solutions sûres pour l'environnement.

1.2.1 Mesures de contrôle possibles pour les panneaux. La possibilité de réduire les émissions provenant de la production des panneaux en polystyrène rigide est limitée. Le CFC-12 emprisonné dans la structure cellulaire fermée contribue pour beaucoup à la faible conductivité thermique du produit. Par conséquent, le procédé de fabrication vise à retenir une quantité maximum de CFC dans le panneau fini.

Dans la conjoncture actuelle, les principaux concurrents des panneaux de polystyrène sont d'autres produits soufflés aux CFC. Les producteurs se contentent de faire valoir les avantages de leur produit par rapport à leurs rivaux. Il existe pourtant des produits de remplacement, notamment la fibre de verre, qui se prêtent à diverses applications.

La production de panneaux en polystyrène avec des gonflants moins nocifs est en avance sur la production de tels panneaux avec d'autres mousses rigides. Le principal producteur canadien de panneaux en polystyrène a déjà annoncé qu'il remplacera le CFC-12 comme agent de gonflement par un CFC doux à la fin du troisième trimestre de 1989. Là encore, les CFC doux représentent uniquement une solution temporaire.

1.2.2 Mesures de contrôle possibles pour la mousse de polystyrène en feuilles. Les éventuels moyens de réduction des émissions apparaissent peu pratiques dans le secteur de la mousse en feuilles, étant donné qu'il existe divers produits chimiques pouvant remplir le même rôle.

L'industrie alimentaire recourt actuellement à plusieurs autres matériaux d'emballage. Des facteurs esthétiques et pratiques rendent les emballages en mousse très compétitifs dans certains segments du marché, mais leur utilisation n'apparaît pas essentielle.

Les producteurs canadiens ont accepté volontairement d'éliminer, à la fin de 1988 l'emploi, au Canada, de CFC pour la fabrication des emballages pour aliments. L'agent de gonflement utilisé à la place est le HCFC-22, qui a un PDO de 0,05 ; ceci va permettre d'éliminer 95 p. 100 des émissions nuisibles pour la couche d'ozone. À long terme, l'industrie pourrait se tourner vers l'utilisation du HCF-134a, qui présente un PDO égal à 0 ainsi qu'un pouvoir de réchauffement très faible.

1.2.3 Évaluation des mesures de contrôle. Qu'il s'agisse des panneaux de polystyrène ou de la mousse de polystyrène en feuilles, la réduction des émissions serait une solution coûteuse. La production de panneaux par extrusion à vide pourrait constituer une exception à cet égard, mais dans l'ensemble, la réduction des émissions ne semble guère possible.

Les producteurs de mousse de polystyrène extrudé en feuilles contribuent volontairement, et de façon importante, à réduire la consommation de CFC en adoptant à la place le HCFC-22. Il conviendrait néanmoins d'interdire la

production des feuilles soufflées avec des CFC. Cette mesure empêcherait la venue d'un nouveau producteur sur le marché qui utiliserait l'ancienne technique au CFC-12. L'importation de feuilles soufflées avec des CFC devrait aussi être bannie.

1.3 Mousse phénolique

La mousse phénolique, qui a une structure cellulaire fermée, sert surtout de produit isolant. Le procédé de fabrication ressemble à celui des autres mousses rigides. On dépose en les mesurant une résine phénolique, un catalyseur et l'agent de gonflement au CFC sur la surface laminée d'un convoyeur. La vaporisation des CFC fait gonfler la mousse. Dans le cas d'une mousse à cellules ouvertes, la totalité du CFC introduit s'échappe pendant et juste après la production, alors que dans une mousse à cellules fermées, jusqu'à 95 p. 100 du CFC-11 demeurent emprisonnés.

Les panneaux de mousse phénolique à cellules fermées représentent un produit relativement nouveau et très compétitif. Deux nouvelles usines viennent d'être construites au Canada et advenant qu'elles produisent à pleine capacité, la consommation de CFC dans ce secteur risque de grimper. Il serait toutefois surprenant qu'une expansion rapide survienne en moins de trois ans ; si c'était le cas, une bonne partie de la croissance dans ce secteur se ferait au détriment des isolants en polyuréthane, si bien que la consommation accrue de CFC dans un secteur serait en partie compensée par une baisse dans l'autre.

1.3.1 Mesures de contrôle possibles. La mise en oeuvre d'un programme de réduction des émissions dans le secteur de la production de panneaux isolants en mousse phénolique n'offre guère de perspectives (sur le plan des possibilités techniques). La production s'oriente plutôt vers les panneaux à cellules fermées, qui ont un facteur R plus élevé et on prévoit que la production de mousse à cellules ouvertes sera complètement abandonnée d'ici trois ans à peine, cette option perdrait donc tout intérêt. Dans le cas de la mousse à cellules fermées, jusqu'à 95 p. 100 du CFC-11 restent emprisonnés dans le panneau, de sorte que la réduction des émissions s'avère trop coûteuse et pas impérative.

La fibre de verre représente un bon substitut pour la mousse à cellules ouvertes. Les produits rivaux de la mousse phénolique à cellules fermées sont actuellement d'autres mousses rigides soufflées au CFC. La fibre de verre se prête à plusieurs applications. Toutefois, le recours à la fibre de verre pourrait entraîner des dépenses accrues au chapitre de l'énergie et nécessiterait des changements dans la conception des bâtiments.

Deux autres gaz font actuellement l'objet d'expérience en vue de servir à la production de panneaux en mousse phénolique ; ce sont le HCFC-123 et le HCFC-141b, qui devraient tous deux être disponibles en quantité commerciale vers 1992. Le HCFC-123, que l'on a soumis à des expériences

pilotes, semble offrir des avantages par rapport au HCFC-141b, qui est un gaz inflammable. Dans les procédés qui font appel à du CFC-114, on pourrait en attendant de trouver mieux, utiliser un mélange contenant jusqu'à 50 p. 100 de CFC-142b.

1.3.2 Évaluation des mesures de contrôle. La réduction des émissions n'apparaît pas comme une mesure de contrôle valable, vu l'essor que prend la production des mousses à cellules fermées. Il existe des substituts efficaces pour les produits à cellules ouvertes, mais les meilleurs produits de remplacement pour les mousses phénoliques à cellules fermées sont d'autres mousses soufflées au CFC. À moyen terme, la solution pour cette industrie consistera à employer du HCFC-123 ou du HCFC-141b comme agent de gonflement, dès qu'ils seront disponibles et on pense qu'ils le seront en 1992, possiblement avant. Il ne s'agit toutefois que d'une mesure temporaire, d'ici à ce qu'on ait mis au point des produits chimiques de rechange inoffensifs pour l'environnement.

CHAPITRE 2 : LES MOUSSES FLEXIBLES

La catégorie des mousses flexibles en polyuréthane comprend des blocs et des produits moulés. La section suivante étudie séparément les mesures de contrôle éventuelles pour ces deux modes d'application.

Pour la production de mousses flexibles, on utilise parfois du CFC-11 comme agent de gonflement auxiliaire. Comme il est possible de produire ce type de mousse sans l'aide d'un tel agent (65 p. 100 des mousses flexibles sont déjà produits de cette façon), l'une des mesures de contrôle possibles consiste évidemment à accroître le pourcentage des mousses ainsi fabriquées. La quantité totale de CFC-11 utilisée en 1987 pour la production de mousses flexibles s'élevait à 1,7 kilotonnes, ce qui représente un peu plus de 8 p. 100 de la consommation totale de CFC réglementés estimée pour l'ensemble du Canada en 1987.

2.1 Blocs

2.1.1 Réduction des émissions. Les producteurs de mousse flexible en blocs peuvent réduire leurs émissions de deux façons, soit en installant un dispositif d'adsorption sur charbon actif dans les usines actuelles, soit en utilisant des chambres à mousse verticales, dans les nouvelles usines.

Un système d'adsorption sur charbon doté de filtres jetables est réalisable techniquement pour la production de blocs de mousse de polyuréthane. Ces systèmes coûtent très cher.

Le principal inconvénient de la technique des chambres à mousse verticales est la réduction considérable de la production, les lignes de production ne fonctionnant qu'à environ un dixième de la vitesse des lignes de production sur convoyeurs horizontaux. Il n'est pas possible de réaménager les usines actuelles pour que la mousse soit produite dans des chambres verticales. L'adoption de cette technologie nécessiterait la construction de plusieurs petites usines. Le rendement des dispositifs de dépollution installés sur les chambres à mousse verticales pourrait ne pas être tellement supérieur à celui que l'on obtient dans les usine équipées de convoyeurs horizontaux et la conversion coûterait cher.

2.1.2 Autres agents de gonflement. La mesure de contrôle qui offre les meilleures perspectives dans le secteur de la production de blocs de mousse flexible est la mise au point d'autres agents de gonflement auxiliaires. Les solutions à court terme portent sur des changements dans le procédé de production qui éliminerait ou réduirait tout au moins l'utilisation d'un agent de gonflement auxiliaire, tel qu'expliqué à la section 2.1.3 ci-dessous. Dans la production de mousse flexible, le CFC-11 sert uniquement d'agent de gonflement auxiliaire. Le principal agent de gonflement est l'anhydride carbonique généré par la réaction entre l'isocyanate et l'eau. D'après des porte-paroles de l'industrie, 65 p. 100 de la production de blocs de mousse de polyuréthane est réalisée sans l'aide d'un agent de gonflement auxiliaire. Pour les 35 p. 100 qui restent, on se sert de CFC-11.

Deux types de blocs de mousse flexible requièrent un agent de gonflement auxiliaire : les blocs de mousse flexible à haute densité, qui représentent environ 10 p. 100 de la production totale, et ceux en mousse de basse densité, qui comptent pour approximativement 25 p. 100 de la production.

Le chlorure de méthylène est un agent de gonflement substitut. Toutefois, les préoccupations touchant la santé des travailleurs vont dans le sens d'une réduction de son emploi. Ce produit chimique serait semble-t-il cancérogène pour l'homme et il doit être exclu comme alternative aux CFC.

Un procédé de production qui vient d'être réintroduit utilise comme agent de gonflement principal de l'acide formique additionné d'eau. Ce procédé est techniquement réalisable mais n'est pas encore commercialisé. Il présente cependant deux graves inconvénients : l'acide formique est très corrosif et la réaction chimique génère de l'oxyde de carbone, un gaz toxique.

En réagissant au contact de l'eau, l'isocyanate dégage de l'anhydride carbonique, le principal agent de gonflement pour tous les blocs de mousse. Des représentants de l'industrie ont indiqué que les procédés de production ont déjà été modifiés de manière à utiliser davantage d'eau. Ceci permet de générer plus d'anhydride carbonique, diminuant ainsi la nécessité d'un agent de gonflement auxiliaire. Seul le risque d'incendie limite le recours à ce moyen.

Bien que rien, sur le plan technique, n'empêche l'élimination totale des CFC réglementés, hormis les problèmes liés au remplacement des équipements, l'option préférée par les producteurs de mousses flexibles est l'élimination du CFC-11 et l'emploi du HCFC-123 et(ou) du HCFC-141b, comme agent de gonflement auxiliaire.

La production commerciale de ces substituts devrait débuter en 1992. Cependant, on craint que les normes applicables aux ambiances des postes de travail et à la sécurité des travailleurs soient plus sévères pour le HCFC-123 que pour le CFC-11.

2.1.3 Modifications des produits chimiques et des technologies. Les producteurs de mousses flexibles et des matières premières qui les composent cherchent de leur côté à changer les produits chimiques utilisés de manière à produire des mousses à basse densité et des mousses plus souples à haute densité sans recourir à un agent de gonflement auxiliaire. Si ces efforts de mise au point aboutissent, environ la moitié des mousses flexibles actuellement fabriquées à l'aide d'un agent de gonflement auxiliaire pourraient être soufflées sans CFC-11. Il ne serait même pas nécessaire d'utiliser les gonflants de remplacement mentionnés dans la section précédente. Si on découvre à la fois de nouvelles technologies et de nouveaux produits chimiques pour remplacer le CFC-11, on peut présumer que les producteurs choisiront la solution la plus avantageuse pour produire les qualités de mousse qui leur sont demandées.

Les principaux travaux de recherche visant à modifier les techniques de production dans le but de permettre l'utilisation d'autres produits chimiques sont orientés sur les mousses à basse densité produites actuellement avec du CFC-11, qui représentent 25 p. 100 du marché. On se sert présentement du CFC-11 parce que la réaction de l'eau avec l'isocyanate est trop exothermique pour les polymères disponibles actuellement. Les polyols modifiés en voie de développement supporteront mieux la chaleur, de sorte que l'on pourra utiliser davantage d'eau. Si l'on parvient à modifier suffisamment les polyols, on pourra souffler une portion importante des mousses à plus basse densité avec l'anhydride carbonique généré par la réaction entre l'eau et l'isocyanate.

Les fabricants de produits chimiques ont institué un programme de recherches distinct pour les mousses flexibles à haute densité, qui occupent 10 p. 100 du marché. Ces recherches portent sur les polyols modifiés que l'on appelle hétéropolyols.

On ne sait pas encore avec précision quand ces deux types de polyols modifiés deviendront disponibles. À en croire l'industrie, ils seraient mis sur le marché avant 1993.

2.1.4 Normes de densité minimale pour les mousses. On a besoin de CFC-11 pour produire les blocs de mousse à basse densité, qui représentent 25 p. 100 de la production. Les panneaux servent surtout à la fabrication de meubles et de matelas. En guise de mesure de contrôle, il serait possible de fixer des normes de densité minimale. Un tel règlement permettrait de réduire la quantité de CFC-11 utilisée pour la production de mousses en polyuréthane flexibles.

Dans la perspective des producteurs canadiens de mousses, une norme de densité minimale aurait pour inconvénient de leur faire perdre une part importante de leurs débouchés aux mains des producteurs d'autres matériaux. Les substituts sont principalement les matériaux de rembourrage faits de fibres naturelles et synthétiques.

2.1.5 Polyols à forte élasticité. Un produit a été introduit. Il s'agit d'une mousse à haute densité et très élastique produite sans l'utilisation de CFC-11 comme agent de gonflement auxiliaire. Ce nouveau produit pourrait coûter aussi cher que les mousses ordinaires, de sorte qu'à court terme du moins, il ne remplacera qu'une petite partie des mousses fabriquées actuellement avec un agent de gonflement auxiliaire. Ce n'est de toute façon pas un substitut des mousses à basse densité et ce produit n'influencera donc en rien la quantité d'agent de gonflement auxiliaire actuellement nécessaire pour la fabrication des mousses à basse densité.

2.1.6 Évaluation des mesures de contrôle. Dans le cas des blocs de mousse, la mesure de contrôle la plus simple consiste à accroître l'utilisation d'eau comme agent de gonflement, puis à utiliser des polyols modifiés et à

remplacer le CFC-11 par du HCFC-123 ou HCFC-141b. La réduction des émissions est possible mais les dispositifs requis coûtent très cher. Il existe d'autres agents de gonflement comme le chlorure de méthylène et l'acide formique ; ces substances chimiques posent en revanche une menace pour la santé et la sécurité des travailleurs. Les producteurs n'appliqueront pas eux-mêmes des normes de densité minimale pour les mousses ; la difficulté de se procurer du CFC-11 pourrait cependant les inciter à réduire leur production de blocs de mousse flexible à basse densité.

2.2 Mousse de polyuréthane moulée

2.2.1 Mesures de contrôle possibles. Dans le cas des produits moulés, la réduction des émissions coûterait extrêmement cher. Des changements dans les procédés de fabrication seraient moins onéreux et permettraient de diminuer beaucoup plus la consommation de CFC.

La solution la plus probable pour les mousses moulées est d'éliminer l'emploi de CFC-11 comme agent de gonflement auxiliaire et de réaliser toutes les opérations de gonflement uniquement avec de l'eau. La technologie existe déjà et la conversion ne coûterait pas très cher.

A l'instar des blocs de mousse, le procédé AB à l'acide formique est techniquement réalisable, mais son efficacité n'a pas encore été prouvée commercialement pour les mousses moulées. Cette technique a donc peu de chances d'être adoptée.

Toutes les mesures de contrôle des émissions indiquées pour les blocs de mousse s'appliquent également aux produits moulés. En font partie l'adoption de normes de densité minimale pour la mousse ainsi que le recours à des produits de remplacement. Toutefois, les options mentionnées auparavant doivent prévaloir sur toutes les autres solutions.

2.2.2 Évaluation des mesures de contrôle. Dans le cas des produits moulés la conjoncture est semblable à celle des blocs de mousse, sauf qu'en raison de la tendance nouvelle des consommateurs à exiger des sièges d'auto plus fermes, la solution consistant à souffler les mousses exclusivement avec de l'eau supplantera les autres options actuellement envisageables. Ces changements feront qu'à long terme, l'industrie utilisera moins d'agents de gonflement auxiliaires, même une fois le HCFC-123 ou le HCFC-141b disponible.

En résumé, dans le cas des mousses flexibles, rien ne semble s'opposer sur le plan technique à ce qu'on élimine tous les CFC au profit de l'eau. Le principal problème réside dans le remplacement des équipements et des procédés.

CHAPITRE 3 : LA RÉFRIGÉRATION ET LA CLIMATISATION

Les trois principaux champs d'utilisation en réfrigération et climatisation sont les appareils commerciaux, les appareils domestiques et les climatiseurs mobiles (c'est-à-dire les climatiseurs installés sur les véhicules automobiles, etc.).

La consommation de CFC pour ces trois secteurs, en 1987, totalisait 7,5 kilotonnes, ce qui équivaut à 36 p. 100 de la consommation totale de CFC au Canada. Les deux tiers de cette quantité sont versés dans les appareils par le personnel d'entretien, soit lors de l'installation des équipements (grandes installations), soit pour recharger les appareils qui fuient ou dont les CFC se sont volatilisés dans l'atmosphère.

3.1 Secteur commercial

Les principaux CFC utilisés dans la réfrigération et la climatisation commerciales sont :

- le CFC-11 (PDO = 1,0)
- le CFC-12 (PDO = 1,0)
- le CFC-115 (PDO = 0,6)- dans un mélange azéotrope R-502 (le produit R-502 est un mélange de CFC-115 et de HCFC-22 (proportions de 51/49).

3.1.1 Mesures de contrôle possibles. Plusieurs solutions permettraient de réduire la consommation de CFC dans le secteur commercial de la réfrigération. Mentionnons : l'utilisation d'autres fluides réfrigérants dans de nouveaux appareils, des programmes de recyclage du fluide pour les appareils existants et lors de l'entretien, l'utilisation d'autres gaz pour les épreuves d'étanchéité, des soupapes d'isolation ainsi que des refroidisseurs à turbocompresseur fonctionnant au HCFC-22.

3.1.2 Évaluation des mesures de contrôle. L'industrie de la réfrigération collabore étroitement avec les fournisseurs de produits chimiques en vue de mettre au point et d'expérimenter deux nouveaux fluides réfrigérants, soit :

- le HCFC-123 (PDO = 0,02) pour remplacer le CFC-11
- le HFC-134a (PDO = 0,00) pour remplacer le CFC-12.

Une fois que ces nouveaux produits réfrigérants auront passé avec succès tous les tests nécessaires, on s'attend à ce que l'industrie de la réfrigération les adoptent rapidement. Dans l'intervalle, chaque fois que c'est possible techniquement et économiquement, on convertit les nouveaux appareils au HCFC-22 (PDO = 0,05) et au R-502 (PDO = 0,33). Apparemment, il conviendrait à court terme de favoriser l'utilisation du HCFC-22 pour les applications suivantes :

- appareils de réfrigération d'une capacité inférieure à 1000 tons* ;
- appareils dont la température à l'entrée de l'évaporateur est égale ou inférieure à -10°C.

De la même façon, pour les appareils de plus forte capacité et ceux dont la température se situe jusqu'à -40°C, il faudrait favoriser l'emploi des unités fonctionnant au R-502.

On pourrait aussi mettre en oeuvre des programmes de recyclage, mais leur efficacité dépend de plusieurs conditions telles que :

- appareils de réfrigération conçus de manière à permettre l'enlèvement des CFC de façon sûre et contrôlée ;
- personnel d'entretien bien formé et motivé ;
- réseau de recycleurs qualifiés ;
- normes de qualité reconnues pour les CFC recyclés.

À l'heure actuelle, ces conditions font l'objet d'études ou sont en voie d'être satisfaites.

Dans le cadre des pratiques industrielles, il serait tout à fait possible d'interdire l'utilisation des CFC pour les épreuves d'étanchéité. L'industrie de la réfrigération est en train de se doter d'installations pour effectuer ces épreuves avec de l'hélium. Étant donné que les épreuves à l'hélium nécessitent des chambres spéciales, on a tendance à commencer par équiper les petites installations et de passer progressivement aux plus grandes. D'ici à ce que l'on puisse tester les gros appareils avec de l'hélium, on remplace le CFC-12 par le HCFC-22. Une méthode de contrôle valable consisterait à fixer des dates cibles auxquelles tous les appareils d'une grosseur donnée devraient être équipés pour les épreuves d'étanchéité à l'hélium, en procédant par ordre croissant.

Pour tester les intallations sur le terrain, les préposés au service se servent actuellement de HCFC-22 ou d'azote. Là encore, il serait possible d'interdire l'emploi des CFC.

On pourrait facilement incorporer des soupapes d'isolation dans les nouveaux modèles. Toutefois, il importe d'établir une normalisation avec les produits des États-Unis, étant donné l'intégration du marché Nord-Américain.

Des refroidisseurs à turbocompresseur fonctionnant au HCFC-22 sont déjà disponibles commercialement jusqu'à une capacité de 1000 tons. On pourrait donc en recommander l'utilisation. Cependant, les besoins en énergie augmenteraient de 5 à 7 p. 100, et il faudrait des systèmes de contrôle plus coûteux.

---

* La "ton" est une unité utilisée en réfrigération par l'industrie nord-américaine. Elle correspond à un taux de refroidissement de 12 000 btu/heure.

La possibilité de récupérer le CFC lors de la mise au rancart des appareils commerciaux ou industriels qui en contiennent reste à étudier (techniques de récupération, de recyclage et de destruction), surtout au palier provincial.

3.2 Secteur résidentiel

Dans le secteur résidentiel, le principal problème vient des réfrigérateurs et des congélateurs domestiques qui fonctionnent au CFC-12. Les climatiseurs et les pompes à chaleur résidentiels utilisent un CFC doux (le HCFC-22).

3.2.1 Mesures de contrôle possibles. Les solutions exposées pour le secteur commercial s'appliquent également au secteur résidentiel. En outre, on pourrait favoriser l'emploi d'ammoniaque. À long terme, il faudrait éventuellement modifier radicalement les appareils, par exemple, remplacer les panneaux d'isolation actuels soufflés au CFC par des panneaux à vide ou les utiliser en conjonction avec des panneaux soufflés avec des produits autres que des CFC réglementés.

3.2.2 Évaluation des mesures de contrôle. La solution à long terme consiste à remplacer le CFC-12 par du HCFC-134a dans les nouveaux appareils une fois ce produit disponible commercialement. Dans l'intervalle, les fabricants sont réticents à convertir leurs nouveaux appareils au HCFC-22 ou au R-502, à la fois pour des raisons techniques et économiques. Vu la nécessité d'une normalisation poussée entre les appareils fabriqués au Canada et aux États-Unis, une démarche concertée à l'échelle de l'Amérique du Nord s'impose.

Le recyclage du CFC provenant des appareils de réfrigération domestiques pose les mêmes problèmes que dans le secteur industriel et commercial. Les difficultés sont plus grandes pour les appareils domestiques à cause des faibles quantités de CFC (0,2 - 0,5 kg) qu'ils contiennent et de la nécessité, pour le réparateur, d'exécuter le travail en un minimum de temps.

On pourrait aussi exiger des fabricants que les épreuves d'étanchéité en usine soit faite avec de l'hélium (ou un autre gaz inerte). Il est tout à fait possible d'installer des soupapes d'isolation sur les nouveaux modèles. L'élimination des appareils contenant du CFC mis au rancart nécessite des études. Les quantités de CFC présents dans les appareils mis au rebut n'ont pas été évaluées. Idéalement le problème d'élimination et de recyclage devrait se régler aux paliers provincial ou municipal.

3.3 Climatiseurs mobiles

Les climatiseurs installés sur les automobiles fonctionnent au CFC-12. Selon les fabricants d'automobiles, il ne serait pas pratique de faire des expériences avec le HCFC-22 ou le R-502 vu l'arrivée prochaine sur le marché (dans trois ans) du HCFC-134a. Vu la forte intégration des industries de fabrication

d'automobiles canadiennes et américaines, une solution à l'échelle nord-américaine est souhaitable.

Le CFC introduit dans un climatiseur mobile peut fuir à trois stades de la vie utile du véhicule : lors de la fabrication, de l'entretien et de la destruction.

La quantité de CFC perdu au cours de la fabrication est minime et ne justifie pas les investissements nécessaires à sa récupération.

Une partie du CFC s'échappent des climatiseurs mobiles à la faveur de fuites ou d'accidents. Une autre portion se volatilise dans l'atmosphère lors des réparations. Étant donné que l'Association des fabricants de véhicules automobiles a accepté des normes pour le recyclage du CFC pendant les travaux d'entretien faits en vertu de la garantie, on pourrait exiger que le recyclage du CFC se fasse avant tout autre contrôle ou réparation. Toutefois, la mise en oeuvre de cette mesure représenterait une entreprise considérable.

On pourrait également récupérer une quantité appréciable de CFC dans les voitures envoyées à la ferraille. Cela serait probablement plus facile à réaliser au moment de la reprise que chez le ferrailleur.

CHAPITRE 4 : LES SOLVANTS

Les solvants aux chlorofluorocarbures ont été mis au point durant les années 1950 afin de nettoyer les pièces manufacturées, surtout dans les industries de l'aérospatiale et de l'électronique. Ces solvants servent actuellement à nettoyer la plus grande partie de l'équipement électronique et informatique ainsi que divers produits médicaux et pharmaceutiques. Le produit chimique utilisé est le CFC-113, qui offre l'avantage d'une grande pureté et d'une bonne compatibilité avec les matériaux à nettoyer, surtout les plastiques et les polyvinyles.

4.1 Mesures de contrôle possibles

4.1.1 Autres produits chimiques. À l'heure actuelle, les perspectives visant à remplacer les CFC par d'autres produits chimiques, comme ceux mis au point pour la réfrigération et le gonflage des mousses, apparaissent limitées. On croyait que les HCFC-132b pourrait remplacer le CFC-113, mais on a depuis découvert qu'il est hautement toxique, et les recherches avec ce produit ont été abondonnées.

4.1.2 Autres solvants. À partir des années 1950, le CFC-113 a conquis peu à peu une part importante du marché des solvants. Il a ainsi supplanté d'autres solvants, notamment l'alcool, l'acétone et l'eau. En plus de ses qualités dissolvantes, le CFC-113 offrait l'avantage d'éliminer les produits chimiques inflammables et dangereux pour la santé et la sécurité. Une mesure de contrôle éventuelle consiste à diminuer la consommation de CFC-113 en revenant à certains solvants utilisés autrefois.

Les terpènes constitueraient une alternative. Ce sont des hydrocarbones isomères que l'on trouve dans les huiles provenant des conifères ou des arbres à agrumes. Les solvants aux terpènes ont été expérimentés avec succès afin de remplacer le CFC-113, mais ils sont très inflammables.

Dans diverses applications, le nettoyage avec un solvant au CFC-113 rend souvent certaines surfaces plus propres que nécessaire au sens technique. Par exemple, un lavage à l'eau n'enlève pas les résidus de résine, mais cette norme de propreté ne se justifie pas toujours. Les sociétés produisant du matériel électronique complexe disposent d'une foule de produits dont les besoins en nettoyage varient. La formule qui consiste à utiliser un seul solvant (emploi de CFC-113 pour toutes les composantes) fait que certaines composantes sont trop propres techniquement, vu que tout le matériel est nettoyé selon la norme la plus rigoureuse.

4.1.3 Modification des techniques de production. Lors des premières analyses portant sur d'autres produits chimiques et solvants, on présumait implicitement qu'un volume constant de solvant était requis. Or, il est possible de modifier les procédés de production de façon à réduire l'emploi de solvants de tous genres pour le nettoyage. Par exemple, on a récemment mis au point des fondants solides à faible teneur en solides qui éliminent le nettoyage avec un solvant.

4.1.4 Conservation et recyclage. En ce qui concerne le nettoyage avec un solvant, les propriétés physiques remarquables du CFC-113 de même que son coût relativement bas par composante nettoyée ont rendu son utilisation très intéressante pour beaucoup d'entreprise. Peu d'efforts ont été tentés pour la conservation et le recyclage du CFC-113. Si ce produit avait coûté beaucoup plus cher, ce facteur économique aurait stimulé les programmes en ce sens. Toutefois, dans certains cas, même les hausses récentes de prix du CFC-113 attribuables au *Protocole de Montréal* ne suffiront pas du fait que les coûts de nettoyage avec un solvant seront malgré tout minimes par rapport à la valeur des composantes nettoyées.

L'emploi du CFC-113 comme solvant entraîne des émissions de quatre façons soit par évaporation du bain, lors de l'évacuation du solvant, par évaporation du solvant résiduaire et évaporation lors de la pulvérisation.

Une bonne partie des émissions pourrait être évitée moyennant un coût relativement faible. L'expérience d'un gros utilisateur canadien indique qu'on pourrait réduire considérablement la consommation de CFC-113 par un programme d'entretien bien pensé et qu'on réalise du même coup des économies évidentes. Si l'on faisait profiter de ces économies les autres consommateurs de CFC-113, une campagne de transfert d'information représenterait une mesure efficace.

Les entreprises qui consomment une quantité moyenne ou importante de CFC-113 établissent leur propre programme de recyclage ou envoient les solvants usés à une entreprise de recyclage. Quant aux petits utilisateurs qui se comptent par centaines, les pratiques varient considérablement. Plusieurs d'entre eux ne contrôlent sans doute pas efficacement les émissions.

4.1.5 Mieux informer les utilisateurs. Dans ce secteur, les mesures de contrôle ont trait particulièrement à une meilleure information. Jusqu'à maintenant, le coût d'utilisation du CFC-113 était si bas que beaucoup de petites entreprises n'ont pas étudié toutes les possibilités de réduire le gaspillage, donc les émissions. Ce n'est pas le cas des grandes entreprises ; elles savent qu'elles sont les solutions et leur faisabilité économique et technique a été prouvée. Pour promouvoir le transfert des techniques de contrôle des émissions vers les petites entreprises, il faudra établir un climat de collaboration entre les grands et petits consommateurs de CFC-113.

On pourrait aussi élaborer des codes de recommandations pour l'utilisation des solvants, surtout à l'intention des petits consommateurs.

Il y aurait lieu d'organiser des colloques sur le transfert technologique à l'intention des utilisateurs de CFC-113. Les principaux utilisateurs et les deux fournisseurs canadiens de CFC possèdent l'expertise technique nécessaire pour jouer un rôle efficace à ces colloques et pour informer les petits consommateurs. Ce genre de mesure offre d'excellentes perspectives pour la réduction des émissions.

À part l'industrie de l'électronique qui est le secteur consommant le plus de solvants, le CFC-113 s'emploie pour le dégraissage des métaux et le nettoyage à sec. Bien que la consommation de CFC-113 dans ces deux secteurs représente une quantité infime comparativement à l'industrie de l'électronique, il existe des alternatives qu'il faudrait encourager.

En ce qui concerne le dégraissage des métaux, la seule alternative serait de revenir au nettoyage à l'acide ou à l'alcali, qui pose malheureusement des problèmes au niveau des eaux résiduaires.

Pour le nettoyage à sec, il y a deux solutions possibles, soit le recours à un solvant au perchloréthylène, moyennant des normes très strictes pour les pertes, soit l'utilisation du HCFC-123, dont le potentiel de destruction de l'ozone est relativement faible (0,02).

4.2 Évaluation des mesures de contrôle

Globalement, le secteur des solvants pourra difficilement opérer une transition en douceur du CFC-113 à un nouveau et unique substitut des fluorocarbures qui ne détruise pas l'ozone. Les recherches en vue de mettre au point un tel produit ne donneront sans doute pas de résultats au cours des cinq prochaines années, et peut-être même pas avant dix ans. Par conséquent, il faut envisager un ensemble de solutions afin d'accélérer l'abandon des CFC réglementés comme solvants.

D'autres solvants, qui ne sont pas des fluorocarbures, permettraient de réduire de façon significative la consommation de CFC-113. Cependant, plusieurs d'entre eux, par exemple le trichloréthylène, présentent un danger pour la santé et la sécurité au travail. En fait, ce sont ces raisons qui ont forcé l'emploi du CFC-113 dans certaines applications. Néanmoins, moyennant des conditions contrôlées, ces autres solvants pourraient remplacer le CFC dans quelques cas. Les terpènes qui viennent d'être mis au point offrent aussi de bonnes perspectives. Ils sont peu toxiques, mais en revanche inflammables. La méthode de nettoyage la moins nocive pour l'environnement et la santé des travailleurs consiste à employer de l'eau comme solvant. Il importe également de réviser les spécifications de rendement afin de déterminer les domaines où l'on pourrait réduire l'obligation d'un nettoyage complet des équipements sans en compromettre le rendement.

Dans ce secteur, les mesures de contrôle consiste principalement à mieux informer les utilisateurs. Jusqu'à récemment, le coût d'utilisation du CFC-113 était si bas que beaucoup de petites entreprises n'ont pas étudié toutes les possibilités de réduire le gaspillage, et les émissions; pourtant les grandes entreprises connaissent bien les moyens à prendre.

CHAPITRE 5 : LES GAZ STÉRILISANTS

Au Canada, les CFC servent à propulser des gaz stérilisants dans diverses opérations de stérilisation et de fumigation, tant en milieu hospitalier que dans les entreprises de stérilisation. Les gaz stérélisants servent à supprimer les microbes sur tous les instruments et appareils médicaux, une gamme de produits pharmaceutiques et la plupart des aromates. Le processus de stérilisation se déroule à l'intérieur d'une chambre close en acier inoxydable. On place le matériel ou l'appareil à stériliser dans la chambre, et on applique le vide d'air. Du gaz pressurisé est injecté dans la chambre pour une période prédéterminée, après quoi il est évacué. Dans le cas des gaz stérilisants ininflammables, on procède ensuite à un nettoyage à l'air. Pour les gaz stérilisants inflammables, on introduit dans la chambre de l'azote ou de l'anhydride carbonique. Il peut s'ensuivre une période d'aération afin de diffuser davantage le gaz stérilisant. Plusieurs gaz servent à la stérilisation. L'oxyde d'éthylène (OE) est particulièrement efficace. Il s'utilise habituellement en association ; par exemple, la formule "12/88", une combinaison de gaz stérilisants répandue, se compose de 12 p. 100 OE et 88 p. 100 CFC-12 ; une autre formule répandue consiste à associer 10 p. 100 d'oxyde d'éthylène et 90 p. 100 d'anhydride carbonique.

5.1 Mesures de contrôle possibles

Au lieu d'employer le mélange "12/88" composé de 12 p. 100 d'oxyde d'éthylène et 88 p. 100 de CFC-12, on pourrait utiliser le mélange OE/anhydride carbonique (10 p. 100 OE et 90 p. 100 d'anhydride carbonique). Toutefois, cette approche nécessite des pressions plus élevées et il faudrait pour cela remplacer l'équipement et les canalisations actuels.

Il devrait être possible de récupérer le CFC dans les mélanges stérilisants 12/88 au moyen d'un laveur de gaz à l'acide mais cette solution n'a pas encore été essayée. L'industrie la considère économiquement peu attrayante.

Une autre possibilité consiste à remplacer le CFC-12 par du HFC-134a, les test de toxicité avec ce substitut sont en cours.

On pourrait recourir à une purge à l'azote, suivie d'un traitement avec de l'oxide d'éthylène pur, mais cette solution nécessiterait des investissements considérables pour rendre l'équipement de stérilisation à l'épreuve des explosions. Pour que cela soit rentable, il faudrait accorder le monopole de la stérilisation à contrat à un seul laboratoire pour le Canada. Cette formule ne saurait convenir à l'industrie pharmaceutique ni aux fabricants d'instruments médicaux.

Tout bien pesé, la conversion à d'autres gaz semble la mesure de contrôle des CFC la plus intéressante, si le principe de la stérilisation aux gaz est retenu. Au lieu de la stérilisation aux gaz, on pourrait utiliser davantage de matériel jetable, mais cela risquerait d'accroître les coûts et aggraverait le problème de l'élimination des déchets. L'emploi de rayons gamma est une autre solution possible, mais cela coûterait très cher.

5.2 Évaluation des mesures de contrôle

Il est possible d'agir sur deux plans : dans le domaine commercial, on pourrait inciter les entreprises de stérilisation à se doter du matériel nécessaire en vue d'une interdiction totale des CFC, c'est-à-dire qu'il faudrait recourir à la formule de gaz stérilisants associant 10 p. 100 de OE et 90 p. 100 d'anhydride carbonique. En milieu hospitalier, il conviendrait de prolonger les délais pour l'interdiction des CFC jusqu'à ce que le HCFC-134a devienne disponible.

CHAPITRE 6 : LES BROMOFLUORO-CARBURES

Les bromofluorocarbures (halons*) sont maintenant largement utilisés dans les extincteurs portatifs ainsi que les systèmes de saturation de gaz inerte. En gros, le Halon 1211, dont le potentiel de destruction de l'ozone (PDO) est de 3, s'emploie dans les extincteurs portatifs tandis que le Halon 1301, avec un PDO de 10, s'utilise dans les systèmes de saturation. L'essor rapide des halons comparativement à d'autres agents est dû à ses excellentes propriétés d'agent d'extinction.

6.1 Extincteurs portatifs

6.1.1 Mesures de contrôle possibles. On s'attend à ce que les prix des halons grimpent considérablement en raison des restrictions imposées sur les approvisionnements. Cela incitera beaucoup les fabricants à réduire leurs émissions, car le coût des halons représente une part importante du coût global du matériel vendu. Les ventes d'appareils contenant cet agent d'extinction iront en diminuant avec le manque de halons. Ce contexte laisse prévoir que les fabricants de l'équipement original réduiront volontairement et de façon significative les émissions au cours des opérations de remplissage et d'entretien des extincteurs.

Les émissions qui se dégagent lors des exercices de feu et de l'entretien des équipements demeurent problématiques. Mais le leadership manifesté par le secteur public suffira peut-être à amener des réductions importantes.

Vu la disponibilité d'autres types d'extincteurs portatifs, on devrait envisager l'interdiction des extincteurs portatifs aux halons sauf pour l'utilisation à bord d'avions dans les salles d'ordinateur, les postes de commutation téléphonique.

Voici les solutions envisageables, compte tenu du fait qu'une interdiction s'avère pour le moment impossible : imposer des permis pour des utilisations spécifiques telles que celles décrites ci-dessus, interdire les extincteurs à main au halon pour usage domestique et élaborer des normes obligatoires pour les extincteurs au halon et leurs applications, de concert avec les associations concernées. Un projet de règlement visant à interdire les extincteurs à main au halon pour usage domestique a été déposé en février 1989.

6.1.2 Évaluation des mesures de contrôle. La formule de permis semble intéressante puisqu'elle oblige les utilisateurs à prouver qu'ils ont besoin d'extincteurs portatifs au Halon pour des usages spécifiques. À cette fin, on exigerait probablement des utilisateurs qu'ils se procurent un permis avant

---

* La nomenclature des divers halons a été établie par le U.S. Army Corps of Engineers pour se pourvoir d'un système commode lorsque l'on se réfère aux hydrocarbures halogénés utilisés comme agents d'extinction. Dans ce chapitre le terme halon sera utilisé comme synonyme de bromofluoro-carbures.

l'achat, et pour faire respecter cette politique, on vérifierait les ventes par rapport aux permis délivrés auprès de chaque producteur. Toutefois, tout système de permis coûte très cher à implanter.

L'interdiction de fabriquer, d'importer ou de vendre des extincteurs portatifs aux halons pour usage domestique représente une solution valable. Il est très facile de remplacer les halons par des poudres chimiques.

Ces mesures de contrôle visent à restreindre l'emploi des halons aux usages les plus essentiels ou les plus utiles. Toute solution qui rendra les extincteurs au Halon plus coûteux conduira à ce résultat. Par conséquent, l'une ou l'ensemble des mesures suivantes pourrait(ent) s'imposer :

- prescrire une taille minimum pour les extincteurs portatifs au Halon ;
- exiger des extincteurs au Halon à main rechargeables, ce qui augmenterait leur coût et leur poids ;
- exiger les tests par perforation de la National Fire Protection Association (NFPA) des États-Unis pour vérifier la solidité du boîtier, ce qui, là encore, augmenterait le coût et le poids de l'appareil ;
- émettre un règlement pour l'emploi des extincteurs aux halons au cours des exercices de feu et des vérifications des extincteurs ;
- interdire l'utilisation de halons là où des techniques alternatives de lutte contre l'incendie existent.

L'impact réel de ces restrictions dépend de la façon dont elles influencent les prix et de l'élasticité de la demande d'extincteurs portatifs aux halons.

6.2 Systèmes de saturation

Le Halon 1301 s'utilise dans les systèmes de saturation conçus pour protéger les salles d'ordinateur, les magnétothèques, les centrales téléphoniques ainsi que les collections d'objets historiques précieux, lorsqu'il faut protéger des biens de valeur et que les autres agents ne conviennent pas. La plus grande partie du Halon 1301 produite est "enfermée" dans des systèmes de protection de lutte contre l'incendie. Pour l'instant, il n'existe aucun autre agent offrant des propriétés comparables et il faudra sans doute beaucoup de temps pour trouver des produits de substitution ayant à peu près les mêmes propriétés que les CFC. Pour cette raison, il faut chercher surtout à limiter l'emploi des systèmes au Halon 1301 aux secteurs pour lesquel les autres moyens d'extinction ne conviennent pas, et à réduire le plus possible les émissions autres que celles dégagées pendant un incendie.

6.2.1 Mesures de contrôle possibles

(a) Systèmes en cabinet. On recourt à des systèmes au Halon 1301 pour protéger l'équipement électronique du fait que cet agent ne risque pas de détruire le matériel ainsi protégé et qu'il n'est pas toxique dans les concentrations requises pour éteindre le feu. Habituellement, les systèmes au Halon 1301 s'emploient pour protéger les pièces abritant du matériel informatique. Avec ces systèmes, il faut en général un kilo de halon par trois mètres cubes d'espace clos à protéger. Dans la mesure où on peut séparer le matériel informatique et l'abriter dans des compartiments plus petits, il devient possible d'installer des systèmes de lutte contre l'incendie plus petits et exigeant moins de Halon. Les fabricants de systèmes sont à mettre au point de tels ensembles appelés "systèmes en cabinet". Les lieux environnant seraient alors protégés par des dispositifs fonctionnant avec un autre produit que le Halon.

(b) Tests de décharge. Les meilleures possibilités de réduire les émissions de Halon est de réduire la fréquence des tests de décharge pour les systèmes. La National Fire Protection Association a proposé des méthodes pour vérifier l'intégrité des systèmes et de l'enceinte qui ne requièrent pas l'utilisation de produits dommageables pour l'ozone. Vu l'importance des codes NFPA dans le milieu de la protection contre les incendies, cette décision aura un impact positif majeure sur la réduction des émissions. Les deux principaux moyens de réduire les émissions lors des tests de décharge sont : utiliser un gaz qui ne nuit pas à l'environnement, et adopter une autre méthode de vérification, soit le test d'intégrité d'une pièce.

(c) Dispositifs de détection des fuites. Selon les estimations, les émissions dues à des fuites dans les systèmes déjà installés seraient infimes. Les fabricants prétendent qu'ils jettent des systèmes qui fuient à peine. Considérant les hausses de prix prévues pour les Halons, l'obligation d'installer un dispositif de contrôle/détection des fuites n'aurait que peu d'impact sur la réduction des émissions de Halon.

(d) Emploi de systèmes au Halon 1211 ou de mélanges contenant du Halon 1301. Les principales différences entre le Halon 1211 et le Halon 1301 sont leur PDO et leur toxicité respectives. Bien que le Halon 1211 ait un PDO plus bas, il est toxique à la concentration nécessaire pour éteindre les incendies. Par conséquent, il peut s'utiliser uniquement dans les endroits qui sont habituellement inoccupés. Les fabricants d'appareils de protection contre les incendies explorent activement ce domaine. En vertu des restrictions imposées par le *Protocole de Montréal*, on pourra vendre environ trois fois plus de systèmes utilisant le Halon 1211 que de systèmes au Halon 1301, en raison de la PDO plus faible du Halon 1211.

Les mélanges se justifient pour la même raison que l'utilisation de systèmes au Halon 1211.

(e) Réduction des pertes lors de l'entretien, de l'élimination et chez le fabricant de l'équipement original. Le prix des Halons est déjà suffisamment élevé pour justifier leur recyclage lors de l'entretien ou du remplacement des systèmes. À mesure que les prix grimperont, les fabricants de systèmes auront de plus en plus intérêt à réduire la quantité déchargée lorsqu'ils procèdent aux tests de décharge, à l'expédition et au remplissage. Dans une certaine mesure, la capacité de recyclage dépend des sommes investies au départ pour, par exemple, les refroidisseurs encastrés dans lesquel ont lieu les tests. En tant qu'acheteurs de systèmes au Halon, les gouvernements pourraient accélérer le processus de recyclage en manifestant leur intention de transiger uniquement avec des entreprises qui recourent aux techniques de recyclage prescrites.

6.2.2 Évaluation des mesures de contrôle

(a) Les forces du marché iront probablement dans le sens de la conservation. Dans le cadre de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* on pourrait promulguer des règlements par rapport à tous les aspects étudiés dans le présent chapitre. À la lumière des réactions émanant des milieux d'affaires, il semblerait que plusieurs de ces mesures de contrôle seront adoptées ou étudiées plus à fond sans l'intervention directe du gouvernement fédéral.

Les prix plus élevés devraient inciter les usagers à recycler les halons. L'ampleur de cette réaction dépend de la demande. Pour la même raison, les fabricants de systèmes de saturation seront encore plus portés à éviter de recycler eux-mêmes le Halon et à encourager leurs clients à faire de même. Les activités de ces entreprises consistent essentiellement à fabriquer et à vendre des appareils qui contiennent du Halon qui ne sera libéré qu'en cas d'incendie. En dernier ressort, le nombre d'appareils qu'ils peuvent vendre est limité par la quantité de Halon disponible. On pourrait rendre cette contrainte moins rigoureuse dans la mesure où ils réussiront à instaurer des pratiques de conservation (recyclage et réutilisation).

(b) Rôle du secteur public. Les gouvernements à tous les paliers sont de gros utilisateurs d'extincteurs portatifs et de systèmes de saturation au Halon. En guise de mesure de contrôle, Environnement Canada pourrait diffuser de la documentation sur l'utilisation de Halon au sein du gouvernement fédéral et travailler à un échéancier en vue de réduire les émissions de Halon sur lesquelles le gouvernement a le contrôle. Un tel programme contribuerait directement à réduire l'utilisation et les

émissions de Halon. Cela aurait aussi un important effet d'entraînement sur le secteur privé.

Le gouvernement fédéral peut jouer un rôle marqué en réglementant les émissions de Halon 1301 dégagées par les systèmes de saturation. Les coffres réfrigérés pour les tests initiaux effectués par les fabricants d'équipements et pour le recyclage coûtent cher. Toutefois, si les forces du marché ne suffisent pas à convaincre les fabricants d'en installer, l'obligation de se doter de telles installations pour faire affaire avec le gouvernement fédéral serait une bonne incitation. À l'instar des extincteurs portatifs, une fois ces systèmes en place, ils deviendraient disponibles pour tous les clients.

c) Récupération des halons enfermés. Les sections précédentes concernent surtout la réduction des émissions sans rapport avec les incendies. Dans la mesure où on y parviendra, une plus grande quantité de halons se retrouvera enfermée dans les systèmes de saturation et les extincteurs. À un moment donné, une bonne partie des halons enfermés deviendront dépassés, soit parce que la conception des équipements électroniques permettra d'utiliser l'eau en cas d'incendie, ou parce qu'un nouveau produit chimique doux aura été découvert. Étant donné l'indice PDO élevé des halons, Environnement Canada pourrait chercher un moyen d'inventorier les halons contenus dans un système, dans la perspective de réglementer leur élimination ultime. Les gouvernements provinciaux pourraient jouer un rôle très utile pour ce qui est de gérer les phases de recyclage/réutilisation et de destruction des halons.

CHAPITRE 7 : LES AÉROSOLS

Une foule de produits se présentent en aérosol. Le principal défi consiste à remplacer les CFC dans toutes les applications. Toutefois, à court terme, quelques usages seulement (donnant lieu à une consommation très modeste) peuvent être qualifiés d'essentiels.

Dans la catégorie des articles de toilette et d'hygiène, on n'a relevé aucun usage essentiel. Il existe plusieurs substituts aux CFC et à mesure que ces nouveaux produits deviendront disponibles, une interdiction totale des CFC ne devrait pas poser de problème technique sérieux. Il en va de même pour les produits domestiques et la plupart des produits industriels.

Les usages essentiels recensés dans le domaine industriel incluent :

- agents de détachage des moisissures ;
- produits nettoyants et solvants à des fins commerciales pour du matériel électrique ou électronique ;
- lubrifiants employés dans l'industrie minière.

Dans les domaines de la santé et de la recherche, on a identifié les usages essentiels suivants :

- broncho-dilatateurs ;
- médicaments vétérinaires vaporisés sur les blessures ;
- cyto-fixatif vaporisé sur les plaques de microscope.

Mises ensemble, les applications essentielles énumérées ci-dessus ne requièrent qu'une quantité minime de CFC. Là encore, le défi à long terme consiste à trouver des produits de remplacement acceptables. Dans l'intervalle, tous les autres usages pourraient être interdits par règlement. Environnement Canada a déposé en février 1989 un projet de règlement visant à interdire ces usages. La période de consultation est en cours et un avis de règlement devrait paraître dans quelques mois dans la Partie I de la *Gazette du Canada*.